



TUGAS AKHIR - TJ 141502

**KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN PADA CITRA SATELIT
LANDSAT 8 DI DAERAH SEKITAR DANAU BATUR**

I Gede Dharma Teja Wiraputra
NRP 07211340000002

Dosen Pembimbing
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TJ 141502

**CLASSIFICATION OF LAND USE ON LANDSAT 8 SATELLITE
IMAGERY IN THE REGIONAL AREA OF BATUR LAKE**

I Gede Dharma Teja Wiraputra
NRP 0721134000002

Dosen Pembimbing
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Daerah Sekitar Danau Batur”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2018



I Gede Dharma Teja Wiraputra
NRP. 07211340000002

LEMBAR PENGESAHAN

**Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Daerah
Sekitar Danau Batur**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: **I Gede Dharma Teja Wiraputra (NRP. 07211340000002)**

Tanggal Ujian : 04 Januari 2018

Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui oleh:

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
NIP. 196907301995121001

(Pembimbing I)

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
NIP. 196806011995121009

(Pembimbing II)

Ahmad Zaini, ST., MT.
NIP. 197504192002121003

(Penguji I)

Arief Kurniawan, ST., MT.
NIP. 197409072002121001

(Penguji II)

Muhtadin, ST., MT.
NIP. 198106092009121003

(Penguji III)

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
NIP. 196907301995121001



ABSTRAK

Nama : I Gede Dharma Teja Wiraputra
NRP : 07211340000002
Judul Tugas Akhir : Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Daerah Sekitar Danau Batur
Dosen Pembimbing : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Dengan citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk melakukan pendeteksian terhadap suatu wilayah permukaan bumi tanpa harus turun langsung ke lokasi tersebut. Citra Satelit Landsat 8 yang merupakan salah satu aplikasi penginderaan jauh, menghasilkan citra yang dapat digunakan untuk menganalisa, mengidentifikasi dan membedakan karakteristik dari kondisi-kondisi yang ada dipermukaan bumi. Danau Batur merupakan danau terbesar yang terletak di Pulau Bali, yang digunakan untuk berbagai aktivitas yang memanfaatkan berbagai sumber daya alam disana, sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan dan berubahnya penggunaan lahan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibangun sebuah aplikasi yang memanfaatkan citra Landsat 8 untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan di daerah sekitar Danau Batur. Penelitian ini dibuat dengan melalui *preprocessing* dengan melakukan cropping pada citra, lalu membuat citra komposit berdasarkan citra tersebut. Prosesing pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode indeks kalkulasi NDVI. Dari citra hasil kalkulasi tersebut akan dilakukan klasifikasi menggunakan nilai batas untuk membedakan kelas penggunaan lahan berdasarkan ada tidaknya vegetasi yang menutupi daerah tersebut. Hasilnya berupa citra berwarna yang menampilkan penggunaan lahan berdasarkan warna yang berbeda yang mewakili masing-masing kelas. Adapun kelas-kelas yang dihasilkan kelas perairan, kelas NDVI rendah, kelas NDVI sedang, dan kelas NDVI tinggi.

Kata Kunci : Citra Satelit Landsat 8, Penginderaan Jauh, Pengolahan Citra, NDVI

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : I Gede Dharma Teja Wiraputra
NRP : 07211340000002
Title : Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Daerah Sekitar Danau Batur
Advisor : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Remote sensing images can be used to detect a surface area of the earth without having to go directly to that location. . Landsat 8 Satellite Imagery which is one of the remote sensing applications, produces images that can be used to analyze, identify and distinguish characteristics of existing conditions on the surface of the earth. Lake Batur is the largest lake located on the island of Bali, which is used for various activities that utilize various natural resources there, causing environmental damage and land use change. Therefore in this study built an application that utilizes Landsat 8 image to classify land use in the area around Lake Batur. This research is made by preprocessing by cropping on the image, then create a composite image based on the image. The process of this research is done by using NDVI calculation index method. From the image of the calculation results will be classified using threshold values to distinguish land use classes based on the presence or absence of vegetation covering the area. The result is a color image displaying land use based on different colors representing each class. The classes produced are water body, low NDVI, moderate NDVI, and high NDVI classes.

Keywords: Landsat 8 Satellite Imagery, Remote Sensing, Image Processing, NDVI

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan anugrah, serta tuntunan-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Daerah Sekitar Danau Batur**

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Ayah dan Keluarga yang telah memberikan dorongan semangat dan doa restu dalam penyelesaian buku penelitian ini.
2. Bapak Kepala Departemen Teknik Komputer ITS Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. atas motivasi dan bimbingan selama mengerjakan penelitian.
3. Bapak dosen pembimbing Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. atas bimbingan dan motivasi selama mengerjakan penelitian
4. Bapak-ibu dosen pengajar Departemen Teknik Komputer ITS, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Seluruh teman-teman B201-crew , teman-teman mahasiswa Teknik Komputer ITS, teman-teman Laboratorium Visikom, serta teman-teman TPKH-ITS yang sedikit banyak membantu dan memberikan semangat sehingga buku ini dapat terselesaikan.

Kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2018

I Gede Dharma Teja Wiraputra

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstrak.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
1	PENDAHULUAN
1.1	Latar belakang.....1
1.2	Permasalahan.....2
1.3	Tujuan.....3
1.4	Batasan masalah3
1.5	Sistematika Penulisan.....5
2	TINJAUAN PUSTAKA
2.1	Citra Penginderaan Jauh.....7
2.2	Citra Landsat 8.....8
2.1.1	Landsat 8 <i>Level-2</i> Produk Data (<i>Surface Reflectance</i>).....11
2.3	Sistem Informasi Geografis (SIG / GIS)9
2.4	Data GeoTiff.....13
2.5	<i>Geospatial Data Abstraction Library</i> (GDAL)13
2.5.1	GDAL Model Data (Dataset).....16
2.5.2	GDAL Raster Band.....17
2.6	<i>Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)</i>17
2.7	Jenis Penggunaan Lahan.....18
3	DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM
3.1	Desain Sistem.....21
3.2	Akuisi Data.....22
3.3	Preprocessing.....21
3.3.1	Pemotongan Citra Satelit.....26
3.3.2	Penyusunan Citra Komposit.....26
3.4	Processing Citra (Kalkulasi indeks NDVI).....30

3.5	Klasifikasi NDVI dengan Threshold.....	34
4	PENGUJIAN DAN ANALISA	
4.1	Metode Pengujian.....	37
4.2	Menghitung Selisih Nilai Citra.....	43
4.3	Perbandingan Pengujian pada Citra NDVI.....	44
4.4	Penggunaan Lahan berdasarkan NDVI.....	46
4.5	Perbandingan secara visual.....	50
4.6	Perbandingan Data Setiap Tahun.....	52
5	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58
	DAFTAR PUSTAKA.....	59
	Biografi Penulis.....	61

DAFTAR GAMBAR

3.1	Gambaran umum desain sistem beserta hasil.....	22
3.2	Tampilan website <i>Earth Explore USGS</i>	23
3.3.	Contoh salah satu data citra band 5 Tahun 2017.....	21
3.4.	Contoh citra hasil <i>cropping</i>	28
3.5.	Contoh citra warna natural pada tahun 2017.....	29
3.6.	Tampilan proses kalkulasi <i>NDVI</i>	31
3.7.	Citra hasil <i>NDVI</i> 2015.....	32
3.8.	Citra hasil <i>NDVI</i> 2016.....	33
3.9	Citra hasil <i>NDVI</i> 2017.....	33
3.10.	Citra hasil klasifikasi tahun 2017.....	35
3.11.	Citra hasil klasifikasi tahun 2016	36
3.12.	Citra hasil klasifikasi tahun 2015.....	36
4.1	Citra tahun 2017 hasil klasifikasi <i>software</i> ENVI.....	38
4. 2	Citra tahun 2016 hasil klasifikasi <i>software</i> ENVI.....	39
4. 3	Citra tahun 2015 klasifikasi <i>software</i> ENVI.....	40
4. 4	Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2017.....	41
4.5	Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2016.....	42
4.6	Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2015.....	42
4.7	Citra NDVI tahun 2017 hasil ENVI sebagai data referensi.....	44
4.8	Citra NDVI tahun 2016 hasil ENVI sebagai data referensi.....	45
4.9	Citra NDVI tahun 2015 hasil ENVI sebagai data referensi.....	45
4.10	Citra hasil <i>absolute difference</i> tahun 2017.....	46
4.11	Citra Klasifikasi Lahan tahun 2017.....	48
4.12	Citra Klasifikasi Lahan tahun 2016.....	49
4.13	Citra Klasifikasi Lahan tahun 2015.....	49
4.14	Perbandingan Citra Tahun 2017.....	51
4.15	Perbandingan Citra Tahun 2016.....	51
4.16	Perbandingan Citra Tahun 2015.....	52
4.17	Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016.....	53
4.18	Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016 dari ENVI.....	54
4.19	Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2016-2017	54
4.20	Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016 dari ENVI.....	54

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

2.1	Band Landsat 8 dengan instrument OLI dan TIRS	9
2.2	Kombinasi Band/Kanal	10
2.3	Nilai NDVI	18
4.1	Hasil Persentase error dari selisih antara data asli dan data referensi....	43
4.2	Hasil Persentase error citra NDVI	46
4.3	Hasil Statistik Semua Kelas Setiap Tahunnya	47

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu bentuk permukaan tanah terus mengalami perubahan-perubahan yang disebabkan oleh peristiwa alam dan juga perilaku manusia. Peristiwa alam seperti banjir, tanah longsor, gempa, gunung meletus dan bencana alam lainnya menjadi penyebab berubahnya bentuk permukaan tanah yang drastis dan mempengaruhi area yang luas. Populasi manusia yang setiap tahunnya terus mengalami peningkatan juga mengakibatkan tekanan yang besar bagi ekosistem. Sehingga untuk dapat memenuhi kebutuhan manusia yang juga terus meningkat, manusia mencari dari berbagai sumber daya yang mengakibatkan berbagai masalah lingkungan, berubahnya penggunaan lahan dan berbagai masalah lainnya. Aktivitas-aktivitas seperti pembukaan lahan perkebunan dan pertanian, penggundulan hutan, pembangunan bangunan baru, pembangunan budidaya peternakan, pembangunan untuk pariwisata, pemanfaatan badan air dan sebagainya juga mengalami peningkatan [1]. Kegiatan-kegiatan penggunaan lahan tersebut akan mengakibatkan terus berkurangnya lahan karena pemanfaatan yang tinggi dan tidak terkontrol.

Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali, danau ini berada di kaldera Gunung Batur yang terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Sehingga keberadaan Danau Batur telah menjadi tumpuan utama cadangan air Pulau Bali yang terbentuk secara alami dan memiliki potensi yang sangat penting yang menunjang kehidupan masyarakat yang tinggal disekitarnya. Jika diukur ketinggian Danau Batur kurang lebih 1000m dari permukaan laut, lalu luas permukaan danau sendiri mencapai 16,05 km² dan luas kaldera Batur sendiri memiliki ukuran 13,8 x 10 km. Selain berfungsi sebagai fungsi ekologi yang kaya akan keanekaragaman hayati baik biota darat maupun biota air. Danau Batur juga memiliki 4 potensi kegiatan utama

yaitu pariwisata, perikanan, pertanian hortikultura dan fungsi lingkungan. Terdapat berbagai aktifitas yang memanfaatkan ekosistem Danau Batur diantaranya; sebagai air baku bagi beberapa daerah di Bali, sumber air untuk pertanian, perikanan tangkap dan perikanan budidaya, pariwisata, sumber plasma nutfah, tempat berlangsungnya siklus hidup jenis flora dan fauna yang penting, reservoir alam, tempat penyimpanan kelebihan air yang berasal dari air hujan, aliran permukaan, memelihara iklim mikro dimana keberadaan ekosistem danau dapat mempengaruhi kelembaban dan tingkat curah hujan setempat, dan tempat sarana pendidikan[2].

Karenan banyaknya aktifitas yang dilakukan di Danau Batur namun upaya pengelolaan yang kurang, menyebabkan terjadinya perubahan kondisi lahan dan berbagai masalah lingkungan lainnya terjadi di sana, seperti kerusakan dan penyempitan areal hutan, erosi dan sedimentasi, pencemaran air danau, pemanfaatan air yang berlebihan dan terjadi alih fungsi lahan [2]. Karena kebutuhan masyarakat terus bertambah maka semakin banyak terjadi perubahan-perubahan penggunaan lahan untuk dimanfaatkan, sehingga diperlukan suatu cara untuk dapat mengetahui jenis-jenis penggunaan lahan yang terjadi. Namun untuk dapat mengetahui penggunaan lahan secara langsung di area yang cukup luas memerlukan waktu dan tenaga yang tidak sedikit.

Penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dapat dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan jenis penggunaan lahan yang dapat mencakup area yang luas. Citra satelit landsat 8 memiliki berbagai fitur yang dapat diolah secara digital, sehingga tidak memerlukan waktu dan tenaga yang banyak seperti menggunakan metode pemantauan langsung. Dengan adanya data citra klasifikasi penggunaan lahan dalam suatu rentang waktu dari pengolahan citra landsat 8 yang memiliki resolusi satu piksel mewakili daerah seluas 30 meter persegi. Sehingga akan dapat menghasilkan peta yang menampilkan batas penggunaan lahan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur, yang diharapkan dapat digunakan untuk data acuan untuk mengontrol perubahan penggunaan lahan dengan lebih baik, dan dapat dibuat rencana untuk melakukan penanggulangan dari masalah lingkungan yang terjadi karena penggunaan lahan yang berlebihan.

1.2 Permasalahan

Berbagai aktivitas masyarakat yang memanfaatkan ekosistem Danau Batur telah menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Jika penggunaan lahan tersebut tidak dikontrol maka akan menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah, sehingga penggunaan lahan keseluruhan harus diketahui untuk melakukan tindakan penanggulangan yang tepat. Tetapi melakukan pemantauan secara langsung terhadap area yang luas memerlukan waktu dan tenaga yang tidak sedikit. Sehingga diperlukan aplikasi yang dapat mengklasifikasikan penggunaan lahan disekitar Danau Batur tanpa harus turun langsung ke lapangan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat aplikasi antarmuka yang dapat menampilkan klasifikasi penggunaan lahan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur dengan memanfaatkan citra satelit landsat 8. Penggunaan lahan yang dimaksud adalah lahan hutan, lahan pertanian, lahan *sparse vegetation*, badan air dan perkotaan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur.

Diharapkan dengan adanya aplikasi tersebut penggunaan lahan yang terjadi dapat diketahui dengan cepat, sehingga data tersebut dapat dimanfaatkan oleh pemerintah setempat untuk melakukan tindakan yang sesuai untuk mengontrol dan menanggulangi masalah lingkungan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, diberikan beberapa batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Citra Satelit Landsat 8 yang dijadikan masukan sudah terkoreksi Radiometrik dan Geometrik
2. Citra Landsat 8 di sekitar Danau Batur dengan *cloud cover* kurang dari 10% dan data yang digunakan tidak melebihi 5 tahun terakhir.
3. Citra Satelit Landsat 8 Danau Batur dengan koordinat

- a. Lat : 08° 10'14.45" S, Lon: 155° 18'53.62" E
 - b. Lat : 08° 10'16.41" S, Lon: 155° 27'3. 65" E
 - c. Lat : 08° 18'22.69" S, Lon: 155° 18'51.56" E
 - d. Lat : 08° 18'24.68" S, Lon: 155° 27'1. 75" E
4. Dapat menampilkan penggunaan lahan hutan, jarang tumbuhan, lahan pertanian, perairan dan perkotaan yang terjadi

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam suatu sistematika dan struktur yang akan mempermudah untuk dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Tinjauan Pustaka
Pada bab ini berisi sistematika teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait Citra Penginderaan jauh, Citra Landsat 8, Sistem GIS, library GDAL, NDVI, dan teori-teori yang penunjang lainnya
3. BAB III Perancangan Sistem dan Implementasi
Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperiment yang akan dilakukan dan langkah-langkah data diolah sehingga menghasilkan visualisasi. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.
4. BAB IV Pengujian dan Analisa
Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap data dan analisisnya. Keseluruhan data citra

akan diuji dalam bab ini mulai dari citra NDVI hingga citra hasil klasifikasi *thresholding* nilai NDVI.

5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

2.1 Citra Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh merupakan pengambilan atau pengukuran data/informasi mengenai sifat dari sebuah fenomena, objek atau benda dengan menggunakan sebuah alat perekaman atau sensor tanpa harus melakukan kontak langsung dengan bahan pembelajaran. Dengan adanya teknologi penginderaan jauh, menawarkan metode yang dapat dipergunakan untuk melakukan pendeteksian terhadap suatu wilayah di permukaan bumi secara efisien, dalam waktu yang relative singkat, dan dengan hasil keakuratan yang dapat dipertanggung jawabkan[4].

Citra Penginderaan Jauh memiliki ciri utama berupa citra dengan adanya panjang gelombang (*wavelength band*) yang dihasilkan dari radiasi yang dideteksi oleh sensor. Beberapa macam jenis radiasi yang dapat dideteksi dalam penginderaan jauh yaitu radiasi cahaya matahari atau bisa juga disebut sebagai gelombang sinar tampak, *near* sampai *middle* inframerah, energi panas yang dipantulkan objek permukaan bumi, dan gelombang mikro. Reflektansi atau gelombang pantulan merupakan nilai yang dapat dihasilkan oleh setiap objek yang ada pada permukaan bumi, nilai reflektansi yang dihasilkan berbeda-beda bergantung terhadap cahaya matahari yang menyinari objek tersebut[3].

Citra Satelit hasil penginderaan jauh hampir sama dengan citra lainnya yang tersusun dari banyak piksel atau raster, berupa angka numerik (1 byte) disebut *Digital Number(DN)*. Kebanyakan citra yang dihasilkan satelit apabila belum mengalami pemrosesan apapun akan disimpan dalam bentuk citra grayscale. Dalam penginderaan jauh, jenis citra grayscale yang dihasilkan adalah *256 shade grayscale*, dimana nilai nol (0) merepresentasikan warna hitam dan nilai 255 sebagai warna putih. Citra Satelit sendiri dapat ditampilkan sebagai citra hitam

putih yang menampilkan citra dari sebuah band ataupun sebagai citra berwarna (RGB) dari gabungan tiga band yang disebut citra *color composites*. Citra penginderaan jauh memiliki beberapa resolusi yang biasanya digunakan, sebagai berikut [3]:

1. Resolusi Spasial, merupakan ukuran terkecil dari citra yang bisa dibedakan dengan bentuk lain disekitarnya, dihasilkan suatu bentuk permukaan bumi yang ditangkap melalui penginderaan jauh.
2. Resolusi Spektral, adalah dimensi dan jumlah daerah dari panjang gelombang yang dapat ditangkap oleh sensor.
3. Resolusi Radiometrik, adalah suatu ukuran dari sensitifitas sensor dalam embedakan aliran gelombang radiasi yang dipantulkan oleh objek permukaan bumi.

2.2 Citra Landsat 8

Citra Landsat merupakan salah satu contoh aplikasi dari Sistem Penginderaan Jauh. Landsat 8 sendiri merupakan generasi terbaru dari data landsat yang merupakan penerus misi Landsat yang sebelumnya. Satelit Landsat 8 mulai beroperasi pada awal tahun 2013, yang dibuat atas kerja sama antara NASA, *United States of Geological Survey* (USGS) dan berbagai instansi lain yang bergerak pada bidang yang sama. Satelit Landsat memiliki keunggulan berupa tambahan sensor yang dipasangkan pada satelit jika dibanding dengan satelit generasi sebelumnya. Landsat 8 memiliki dua instrument yaitu, *Operasional Land Imager* (OLI) yang memiliki sembilan band dan *Sensor Inframerah Termal* (TIRS) yang memiliki dua band, sehingga total Landsat 8 memiliki sebelas band. Masing-masing band memiliki kegunaan tersendiri, sensor OLI sendiri memiliki sembilan kanal spektral dengan resolusi spasial 30 meter untuk kanal multispektral dan untuk kanal pankromatik memiliki resolusi 15 meter [5]. Analisa citra landsat dapat dilakukan dengan mengkombinasikan band citra Landsat membentuk citra komposit warna, sehingga dihasilkan tampilan citra sesuai dengan tujuan atau tema yang diinginkan.

Satelit Landsat 8 dirancang untuk diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran matahari, pada ketinggian 705 km, dapat mengambil data sebanyak 725 citra per hari, dengan waktu orbit yang dibutuhkan untuk mengelilingi bumi yaitu 99 menit. Satelit ini dapat

mengambil data pada area yang sama setiap 16 hari sekali, waktu melintas khatulistiwa nominal pada jam 10.00 sampai dengan 10.15 pagi, serta cakupan bidang pengamatan seluas 170 x 183 km. Umur operasi Satelit Landsat 8 dirancang selama 5 tahun. Keseluruhan data Landsat 8 yang dikumpulkan akan diberikan kepada USGS yang bertanggung jawab akan operasi-operasi misi dan sistem pada stasiun di Bumi untuk pengumpulan, pengarsipan, pengolahan dan distribusi data satelit[5].

Satelit Landsat 8 memiliki sensor-sensor yang memiliki kemampuan untuk menangkap gelombang elektromagnetik yang telah direfleksikan dan radiasi elektromagnetik yang diemisikan dalam beragam panjang gelombang diskrit dari spektrum tampak dan termal inframerah. Seluruh kanal-kanal spektral tersebut bertujuan untuk dapat digabungkan menjadi citra-citra berwarna dengan berbagai tujuan seperti untuk menganalisa, mengidentifikasi dan membedakan karakteristik dari kondisi-kondisi yang ada dipermukaan bumi[5].

Tabel 2.1 Band Landsat 8 dengan instrument OLI dan TIRS[5][6]

<i>Band Spektral</i>	Panjang Gelombang (μ)	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan dalam Pemetaan
<i>Band 1 – Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	30	Penelitian <i>Coastal dan Aerosol</i>
<i>Band 2 – Blue</i>	0,45 – 0,51	30	Pemetaan <i>Bathymetric</i> , membedakan tanah dari tumbuh-tumbuhan dan daun
<i>Band 3 – Green</i>	0,53 – 0,59	30	Tekankan puncak vegetasi, yang berguna untuk menilai kekuatan tanaman
<i>Band 4 – Red</i>	0,64 – 0,67	30	<i>Discriminates vegetation slopes</i>

<i>Band 5 – Near InfraRed</i>	0,85 – 0,88	30	Menekankan kandungan biomassa dan garis pantai
<i>Band 6 – Short Wavelength InfraRed</i>	1,57 – 1,65	30	Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis
<i>Band 7 – Short Wavelength InfraRed</i>	2,11 – 2,29	30	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi dan penetrasi awan tipis
<i>Band 8 – Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	15	Definisi gambar yang lebih tajam
<i>Band 9 – Cirrus</i>	1,36 – 1,38	30	Peningkatan deteksi kontaminasi awan <i>cirrus</i>
<i>Band 10 – Long Wavelength InfraRed</i>	10,60 – 11,19	100	Pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah
<i>Band 11 – Long Wavelength InfraRed</i>	11,50 – 12,51	100	Peningkatan pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah

Tabel 2.2 Kombinasi Band/Kanal[6]

Aplikasi	Kombinasi Band
<i>Natural Color</i>	4 3 2
<i>False Color (urban)</i>	7 6 4
<i>Color Infrared (vegetation)</i>	5 4 3
<i>Agriculture</i>	6 5 2
<i>Atmospheric Penetration</i>	7 6 5
<i>Healthy Vegetation</i>	5 6 2
<i>Land/Water</i>	5 6 4
<i>Natural With Atmospheric Removal</i>	7 5 3
<i>Shortwave Infrared</i>	7 5 4
<i>Vegetation Analysis</i>	6 5 4

2.2.1 Landsat 8 *Level-2* Produk Data (*Surface Reflectance*)

Produk Landsat 8 OLI / TIRS *level-2* sendiri merupakan produk yang disediakan oleh *U.S. Geological Survey* (USGS), sebagai pihak yang bertanggung jawab dalam menanggapi permintaan data Landsat 8 OLI / TIRS dengan menawarkan permintaan data melalui website *EarthExplore*. Landsat 8 OLI / TIRS *level-2* merupakan produk data yang menampilkan perkiraan reflektansi spektral dari permukaan bumi yang telah diukur dari permukaan tanah dan dikoreksi sehingga data telah bebas dari hamburan atau penyerapan dari atmosfer. Hal ini dilakukan karena pada umumnya citra satelit akan berupa angka digital (*Digital Number*) sedangkan yang direkam oleh sensor satelit adalah nilai pantulan (reflektansi) dari objek yang ada pada permukaan bumi. Nilai pantulan digunakan untuk melakukan pengenalan objek dan fenomena yang benar-benar terjadi dipermukaan bumi, sehingga mengubah Nilai Digital kembali ke Nilai Pantulan Permukaan sangat diperlukan untuk interpretasi citra[7].

Produk Reflektansi Permukaan ini dihasilkan oleh *Earth Resources Observation and Science* (EROS) pada citra satelit yang memiliki resolusi 30 meter. Badan Arsitektur Pemrosesan Ilmu Pengetahuan EROS yang dikenal dengan ESPA, memenuhi permintaan data *Level-2* untuk memperbaiki citra satelit karena efek atmosfer, data tersebut dihasilkan menggunakan *Landsat Surface Reflectance Code* (LaSRC). LaSRC sendiri merupakan code yang digunakan untuk melakukan perhitungan koreksi atmosfer sehingga dihasilkan citra dengan Reflektansi Permukaan. Kebanyakan data Landsat 8 Collection 1 *Level-1* di arsip USGS dapat diolah menjadi data Permukaan Reflektif. Namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai data hasil Permukaan Reflektif[7], seperti berikut:

1. Data Reflektansi Permukaan tidak dapat digunakan untuk hasil gambar dengan sudut zenith matahari yang lebih besar dari 76°.
2. Hasil Reflektansi Permukaan dari data yang diperoleh dari garis lintang tinggi (> 65°) tidak disarankan untuk melakukan pemrosesan pada data tersebut.
3. Keakuratan dari koreksi Reflektansi Permukaan akan mengalami pengurangan apabila dilakukan di daerah yang memiliki kondisi atmosfer yang buruk seperti:
 - a. Daerah yang gersang atau tertutup salju
 - b. Daerah dengan kondisi sinar matahari rendah

- c. Daerah pesisir dimana luas lahannya relatif kecil dibandingkan dengan perairan sekitarnya
- d. Daerah dengan kontaminasi awan yang luas

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG / GIS)

SIG atau *Geographic Information System* (GIS) memiliki beberapa definisi berkembang, salah satu definisi SIG dikemukakan oleh Aronoff pada tahun 1989 bahwa, “SIG adalah suatu sistem berbasis computer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisa data, serta keluaran sebagai hasil akhir(output). Hasil akhir (output) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi”. Berdasarkan pernyataan Aronoff tersebut dapat diuraikan SIG memiliki subsistem sebagai berikut [9] :

a. Data Input

Subsistem ini memiliki tugas untuk mempersiapkan, mengumpulkan dan menyimpan data spasial dan berbagai sumber atributnya. Subsistem data input juga bertugas untuk mengkonversikan data asli dengan berbagai format ke dalam format yang dapat digunakan perangkat SIG.

b. Data Output

Data Output merupakan subsistem SIG yang bertanggung jawab dalam menampilkan dan menghasilkan seluruh atau sebagian data (spasial) keluaran dengan format yang dikehendaki, baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*.

c. Data Management

Merupakan subsistem yang berperan dalam mengorganisasikan mulai dari data spasial sampai table-tabel atribut terkait ke dalam menjadi sebuah sistem basis data, sehingga data dapat dipanggil kembali, dilakukan *editing* terhadap data dan melakukan *updating* dengan data yang baru.

d. Data Manipulation & Analysis

Subsistem ini bertanggung jawab dalam menentukan informasi-informasi yang didapatkan dari SIG. Subsistem ini juga yang melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi juga operator pada matematika dan logika) sehingga dapat

dibuat pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diinginkan.

2.4 Data GeoTiff

TIFF atau Tagged Image File Format, adalah salah satu format untuk menyimpan citra yang banyak digunakan. TIFF didukung oleh aplikasi- aplikasi untuk memanipulasi citra, aplikasi publishing dan *page layout, scanning*, dan banyak aplikasi lainnya. Di dalam tag TIFF dapat memberikan beberapa solusi untuk dapat merekam informasi kartografis dan informasi geografis.

Citra TIFF geografis merupakan citra TIFF yang berasal dari hasil pencitraan satelit, *aerial platforms*, pemindaian fotografi udara atau hasil dari analisis geografis. Citra TIFF yang didukung oleh tagset “geotie” sehingga citra akan dapat dibaca dan diposisikan dengan benar pada sistem pemetaan SIG atau pemetaan digital yang mendukung standar “GeoTIFF”. Dengan menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan dengan mengeksploitasi tag GeoTIFF secara langsung, data raster pada citra TIFF yang sama dapat dibaca dan dimodifikasi dalam satu lingkungan SIG yang sama-sama dapat mengeksploitasi SIG lain tanpa harus memerlukan menggandakan data atau melakukan operasi *import/export* data[8].

2.5 Geospatial Data Abstraction Library (GDAL)

GDAL adalah *library* dengan data akses C++ untuk membaca dan menulis berbagai format data geospasial raster dan vektor yang dilepaskan di bawah lisensi *Open Source Geospatial Foundation*. Sebagai *library*, GDAL menyajikan satu model data abstrak raster dan model data abstrak vektor ke aplikasi pemanggil untuk semua format yang didukung, yang masing-masing model memiliki API sendiri. GDAL juga dilengkapi dengan berbagai utilitas baris perintah untuk terjemahan dan pemrosesan data yang sangat berguna bagi *end user*. [10].

2.5.1 GDAL Model Data (Dataset)

Sebuah dataset (diwakili oleh kelas *GDALDataset*) adalah kumpulan band raster terkait dan beberapa informasi yang terkait.

Secara khusus dataset merupakan ukuran raster (dalam piksel dan garis) yang digunakan untuk seluruh band. Dataset juga bertugas untuk melakukan transformasi georeferensi dan mendefinisikan sistem koordinat untuk semua band. Dataset juga berisikan metadata, daftar pasangan nama/value dalam bentuk string. Dataset GDAL dan data model raster band mengikuti spesifikasi dari *OpenGIS Grid Coverages*. Berikut adalah gambaran jenis informasi yang dapat disimpan oleh dataset GDAL :

1. Sistem Koordinat

Sistem koordinat Dataset diwakili sebagai string *OpenGIS Well Known Text strings*. Yang berisikan keseluruhan nama sistem koordinat, nama sistem koordinat geografis, nama meridian utama dan diimbangi dari Greenwich dan berbagai data lain mengenai sistem koordinat yang telah ditentukan sebelumnya dari pihak berwenang seperti EPSG(*European Petroleum Survey Group*)[10].

2. Affine GeoTransform

Dataset GDAL memiliki dua cara untuk menggambarkan hubungan antara posisi raster (dalam koordinat pixel / line) dan koordinat georeferensi. Yang paling umum digunakan adalah *affine transform* (yang lainnya adalah GCP). Transform affine terdiri dari enam koefisien yang dikembalikan oleh GDALDataset :: GetGeoTransform () yang memetakan koordinat pixel/garis ke dalam ruang georeferensi dengan menggunakan hubungan berikut[10]:

$$\begin{aligned} X_{geo} &= GT(0) + X_{pixel} * GT(1) + Y_{line} * GT(2) \\ Y_{geo} &= GT(3) + X_{pixel} * GT(4) + Y_{line} * GT(5) \end{aligned} \quad (2.1)$$

Dimana :

GT(1) = Lebar piksel

GT(5) = Tinggi piksel

GT(2) dan GT(4) = koefisien nol

GT(0) dan GT(3) = posisi piksel, pada pojok kiri atas raster

3. GCP (*Ground Control Point*)

GCP atau titik control tanah merupakan objek di permukaan bumi yang dapat diidentifikasi dan memiliki informasi spasial sesuai dengan sistem referensi pemetaan. Dataset dari GDAL dapat memiliki satu set titik kontrol yang menghubungkan satu atau lebih posisi pada raster ke koordinat georeferensi. Semua GCP dalam suatu dataset saat di proses melalui GDAL dapat berbagi sistem koordinat georeferensi dengan dataset lain. Di dalam dataset posisi (Pixel, Line) adalah lokasi GCP itu sendiri dari data raster. Lalu posisi (X, Y, Z) dalam dataset adalah lokasi georeferensi dari suatu lokasi yang terkait dengan sumbu Z yang biasanya bernilai nol, biasanya digunakan untuk memproses objek tiga dimensi.[10].

4. Metadata

Metadata GDAL adalah data pelengkap atau teks yang mejadi data infromasi tambahan dari suatu file citra. Sistem penanganan metadata dalam GDAL tidak dibuat untuk dapat menangani kumpulan metadata yang terlalu besar. Penanganan metadata yang melebihi dari 100.000 metadata untuk sebuah dataset akan menyebabkan penurunan kinerja saat pemrosesan data. Beberapa format data dapat mendukung proses membaca suatu metadata generik atau metadata yang telah didefinisikan sebelumnya. *Driver* dari suatu format metadata akan memetakan suatu infromasi menjadi format yang sama dengan yang dimiliki *driver* dalam metadata. Misalnya, *driver* TIFF dapat membaca beberapa tag informasi seperti tanggal / waktu sebagai metadata, karena dalam *driver* TIFF telah memiliki metadata dengan format yang sama[10].

5. *IMAGE_STRUCTURE Domain*

Metadata yang dibuat dengan domain yang umum digunakan bertujuan untuk menyimpan informasi tambahan dari sebuah gambar, dan informasi tersebut tidak secara langsung memiliki hubungan dengan gambar yang telah disimpan. Biasanya informasi tersebut digunakan untuk menyalin gambar dari

dataset menjadi suatu data dengan format baru. Beberapa informasi yang identik yang misal informasi mengenai format file disimpan dengan mekanisme penyimpanan tertentu. Agar informasi tersebut tidak disalin bersama dengan kumpulan data lain, data ditempatkan di domain khusus yang disebut *IMAGE_STRUCTURE* yang seharusnya informasi dalam domain tersebut tidak dapat disalin ke data dengan format baru.[10].

2.5.2 GDAL Raster Band

GDALRasterBand merupakan sebuah kelas yang dimiliki GDAL yang digunakan untuk mengolah band raster dari citra, juga untuk merepresentasikan sebuah *raster band/channel/layer*, dimana data yang direpresentasikan tidak selalu mewakili keseluruhan gambar. Misalnya, gambar RGB 24bit biasanya digambarkan sebagai kumpulan data dengan tiga band, satu untuk warna merah, satu untuk hijau dan satu untuk warna biru. Band raster memiliki properti seperti berikut :

1. Lebar dan tinggi piksel dan garis, jika data citra yang digunakan memiliki resolusi penuh dari suatu band, maka ukuran lebar dan tinggi band akan sama seperti yang didefinisikan didalam dataset.
2. *Datatype* (GDALDataType). Tipe data untuk band yang didukung oleh GDAL adalah Byte, UInt16, Int16, UInt32, Int32, Float32, Float64, CInt16, CInt32, CFloat32, dan CFloat64.
3. Ukuran blok, merupakan ukuran urutan akses dataset. Apabila data band yang diakses berupa data raster maka diakses per raster. Namun bila data band berupa *scanline*, maka data akan diakses per *scanline*
4. Daftar nama / nilai pasangan, merupakan metadata dalam format yang sama dengan dataset, namun informasi yang dimiliki spesifik terhadap band yang diakses.
5. Nilai piksel berupa *nodata*. Yang dimaksud *nodata* adalah nilai piksel yang merepresentasikan tutupan awan.
6. *Mask nodata* band, digunakan untuk menandai suatu piksel sebagai *nodata*
7. Daftar untuk nama kategori, merupakan pilihan yang digunakan untuk memberi nama kelas dalam gambar tematik.

8. Nilai minimum dan maksimum, merupakan pilihan untuk memanggil piksel dengan nilai minimum dan juga piksel dengan nilai maksimum.
9. Offset dan skala, merupakan pilihan untuk mengubah nilai raster menjadi suatu nilai, misal menerjemahkan tinggi ke meter.
10. Nama unit raster, sebuah pilihan yang misalnya digunakan untuk menunjukkan unit linier dalam data elevasi.
11. Sebuah interpretasi warna untuk band.
12. *Color table*, digunakan untuk mengaitkan suatu warna dalam *color table* kedalam sebuah piksel raster.

2.6 *Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)*

NDVI merupakan indeks kehijauan vegetasi atau aktivitas fotosintesis vegetasi, juga merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi, biomassa, konsentrasi klorofil dan sebagainya. NDVI memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi untuk melakukan identifikasi pada area yang memiliki vegetasi dan dapat digunakan untuk menganalisa bagaimana kondisi vegetasi dengan mudah dan cepat pada data penginderaan jauh. NDVI yang dikembangkan oleh ilmuwan NASA dengan melihat pada daerah yang bervegetasi akan memantulkan bagian dari spektrum inframerah oleh zat klorofil daun dan hasil pantulannya diterima oleh sensor. Sedangkan spektrum merah diserap oleh klorofil sehingga mengurangi pantulan cahaya merah yang terserap oleh sensor. Sehingga dari perbedaan nilai pantulan yang kontras tersebut dapat digunakan untuk menampilkan adanya vegetasi pada citra satelit. Sehingga dihasilkan rumus NDVI seperti berikut[11] :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (2.1)$$

Dimana :

- ρ = nilai pantulan
- ρ_{NIR} = nilai pantulan band 5
- ρ_{Red} = nilai pantulan band 4

Biasanya nilai NDVI yang dihasilkan akan berada dikisaran -1.0 sampai dengan +1.0. Berdasarkan batas nilai atau *Threshold* maka dapat dikatakan semakin tinggi nilai NDVI menandakan daerah

tersebut memiliki vegetasi yang lebih tinggi. Daerah yang memiliki nilai NDVI lebih rendah menandakan kurangnya atau bahkan tidak ada vegetasi di daerah tersebut. Untuk batas nilai NDVI umumnya dengan nilai nol (0) sampai min satu (-1) menunjukkan daerah perairan. Daerah dengan nilai NDVI dengan nilai berkisaran dibawah 0.1 atau 0.2 sampai dengan nol (0) menunjukkan bahwa pada daerah tersebut memiliki vegetasi yang sangat sedikit bahkan hampir tidak ada, yang biasanya merupakan daerah tanah kosong, bebatuan atau pemukiman (bangunan). Lalu untuk daerah dengan nilai NDVI diatas 0.2 sampai kurang lebih 0.5 atau 0.6, menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki jumlah vegetasi pada tingkat rata-rata, yang biasanya menunjukkan daerah yang terdapat semak dan padang rumput atau lahan perkebunan dan lahan pertanian. Dan daerah yang memiliki nilai NDVI lebih dari 0.6, menunjukkan bahwa pada daerah tersebut memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi, yang biasanya merupakan daerah hutan[12]. Tingkat nilai vegetasi yang lebih jelas dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai NDVI[12]

Nilai NDVI	Deskripsi
-1 s/d 0	Perairan
0 s/d 0.2	NDVI sangat rendah
0.2 s/d 0.6	NDVI sedang
0.6 s/d 1	NDVI tinggi

2.7 Jenis Penggunaan Lahan

Lahan merupakan suatu bentuk lingkungan yang biasanya terdiri tanah, tata air, iklim, vegetasi dan juga dari segala aktivitas manusia yang mempengaruhi wujud dari lahan itu. Berdasarkan definisi tersebut lahan dibagi berdasarkan tipologi penggunaannya secara umum seperti lahan pertanian, lahan pemukiman, lahan industri dan lain-lain. Hasil klasifikasi dan berdasarkan karakteristik dan kesesuaian lahan dengan menggunakan penamaan dari sistem tertentu disebut satuan lahan. Perubahan penggunaan lahan terjadi sebagai akibat dari kebutuhan lahan yang terus meningkat dengan diikuti perkembangan penduduk dan kebutuhannya yang tak terkendali. Untuk perubahan lahan skala nasional di beberapa tempat di belahan bumi,

dalam kurun waktu tiga dekade terakhir, setidaknya terdapat dua trend utama proses perubahan lahan yang menonjol, yakni proses deforestasi dan urbanisasi[13].

Penggunaan lahan (*land use*) merupakan bentuk dari setiap interaksi(campur tangan) manusia terhadap lahan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan lahan sendiri dapat dibedakan ke dalam dua golongan besar yaitu penggunaan lahan pertanian dan penggunaan lahan bukan pertanian. Penggunaan lahan pertanian dibedakan lagi berdasarkan dari penyediaan air dan komoditi yang diusahakan dan dimanfaatkan atau berdasarkan atas jenis tumbuhan atau tanaman yang ada pada lahan tersebut. Penggunaan lahan bukan pertanian dapat dibedakan ke dalam lahan kota atau desa (pemukiman), industri, rekreasi, pertambangan dan sebagainya[14]

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

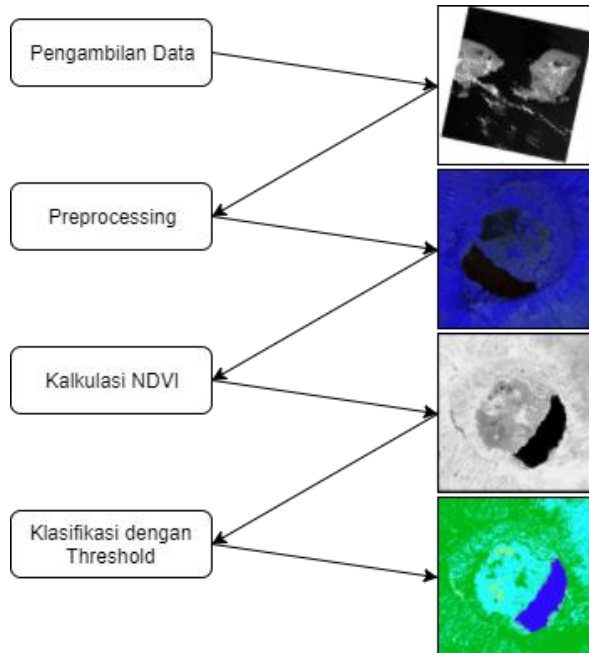
3.1 Desain Sistem

Desain sistem dari aplikasi yang dibuat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, dan tahapan tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengambilan data
2. *Preprocessing*
3. Kalkulasi NDVI
4. Klasifikasi dengan Threshold

Seluruh data citra dalam penelitian menggunakan citra satelit Landsat 8 yang disediakan badan ilmiah USGS milik pemerintah Amerika Serikat. *Preprocessing* dari keseluruhan data citra Landsat 8 dilakukan dengan melakukan pemotongan citra sesuai dengan area penelitian yaitu daerah disekitar Danau Batur dan membuat citra komposit warna. Band citra Landsat 8 yang digunakan dipilih berdasarkan band yang dibutuhkan sesuai proses. Citra-citra yang telah dipilih dijadikan dataset masukan dan dibuatkan dataset keluaran sebagai media penyimpanan untuk citra hasil.

Dengan mengambil setiap nilai piksel dari dataset citra masukan maka nilai piksel tersebut dapat dikalkulasikan sesuai dengan rumus NDVI. Dari hasil kalkulasi didapatkan nilai NDVI dari setiap piksel citra masukan, yang akan menghasilkan citra baru berdasarkan dengan nilai tersebut. Citra baru tersebut yang berupa citra derajat keabuan akan diklasifikasikan nilai pikselnya dengan nilai batas (*threshold*) dari kelas-kelas yang telah ditentukan. Sehingga dihasilkan citra baru yang menampilkan warna-warna berbeda yang mewakili setiap kelas penggunaan lahan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur.



Gambar 3.1 Gambaran umum desain sistem beserta hasil

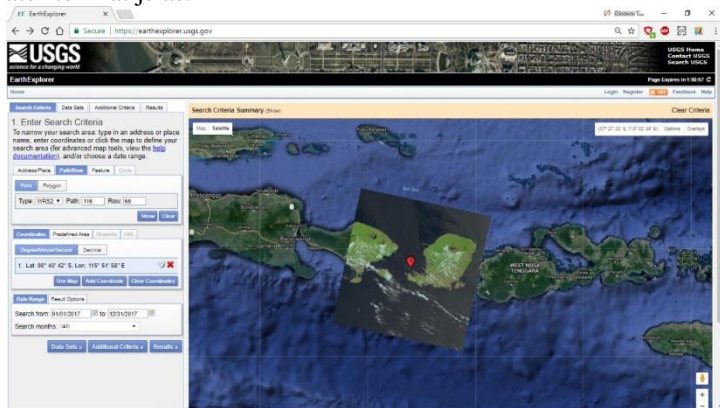
3.2 Akuisisi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, berupa data citra Landsat 8 yang tahap akuisisinya dilakukan dengan mengunduh data secara gratis di website resmi *Earth Explore* (<http://earthexplore.usgs.gov>) yang dikelola oleh *U.S. Geological Survey* (USGS). USGS sendiri merupakan badan ilmiah milik pemerintah Amerika Serikat yang bertanggung jawab dalam menyediakan data citra satelit Landsat 8. Untuk dapat mengunduh data citra landsat di website tersebut hal pertama yang dilakukan adalah membuat akun baru dengan mendaftarkan data diri. Jika telah menyelesaikan setiap proses membuat akun, maka data citra landsat dapat di-*download* sesuai kebutuhan.

Satelit Landsat 8 mengambil data gambar dengan membagi permukaan bumi menjadi potongan-potongan daerah yang memiliki

batas lokasi yang sama. Ada tiga cara yang disediakan pada website USGS untuk memilih lokasi data citra, pertama dengan memasukan koordinat lokasi atau memilih langsung pada peta bumi yang disediakan, kedua dengan memasukan lokasi path/row data, dan ketiga dengan memasukan *feature* lokasi. Daerah disekitar Danau Batur yang merupakan area penelitian, berada pada lokasi path 116 dan row 66. Oleh karena itu lokasi path row tersebut dimasukan untuk mencari data yang memperlihatkan area penelitian. Selanjutnya memasukan rentang tanggal pengambilan data dari satelit sesuai yang diinginkan, dalam penelitian ini diperlukan data dari beberapa tahun kebelakang maka digunakan data citra pada tahun 2017, 2016, dan tahun 2015. Misalkan untuk mencari data tahun 2017, pada kriteria dimasukan mulai tanggal 01 Januari 2017 sampai 31 Oktober 2017 dan begitu pula untuk mencari data tahun 2016 dan 2015.

Proses selanjutnya adalah memilih jenis citra satelit pada daftar yang disediakan. Terakhir memilih *Land Cloud Cover* dan *Scene Cloud Cover* kurang dari 20% untuk meminimalisir adanya *noise* awan pada citra Landsat 8. Jika sudah maka akan ditampilkan data citra landsat sesuai dengan kriteria yang telah dimasukan. Dan data citra Landsat 8 yang digunakan pada penelitian ini adalah data pada tanggal 29 September 2017, data tanggal 06 Juli 2016, data tanggal 24 Oktober 2015, merupakan data-data Landsat 8 yang dipilih karena pada dataset tersebut tidak ditutupi atau terdapat *noise* awan paling sedikit dibandingkan data lainnya pada tahun yang dipilih, sehingga Danau Batur terlihat jelas.



Gambar 3.2 Tampilan website *Earth Explore USGS*

Pada penelitian ini digunakan data citra Landsat 8 OLI/TIRS *Collection 1 Level-2*, alasan memilih dataset tersebut karena dataset tersebut telah mengalami koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel karena pengaruh dari faktor gangguan atmosfer pada saat akuisisi data oleh sensor satelit. Biasanya berupa gangguan hamburan atau pantulan yang mengakibatkan nilai piksel yang tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Citra Landsat 8 aslinya merupakan citra yang berupa angka digital atau nilai piksel/raster, yang mana saat melalui proses koreksi radiometrik akan berubah menjadi nilai *radiance* atau *reflectance*. Nilai *reflectance* (pantulan) merupakan nilai rasion energi yang dipantulkan dengan total energy yang mengenai suatu permukaan per unit area. Sehingga citra yang telah melalui proses koreksi radiometrik nilai pikselnya akan sesuai dengan refleksi yang ada pada permukaan sebenarnya[15]. Karena untuk proses citra satelit selanjutnya dibutuhkan nilai reflektannya maka koreksi radiometrik selalu menjadi langkah pertama yang harus dilakukan dalam mengolah citra satelit.

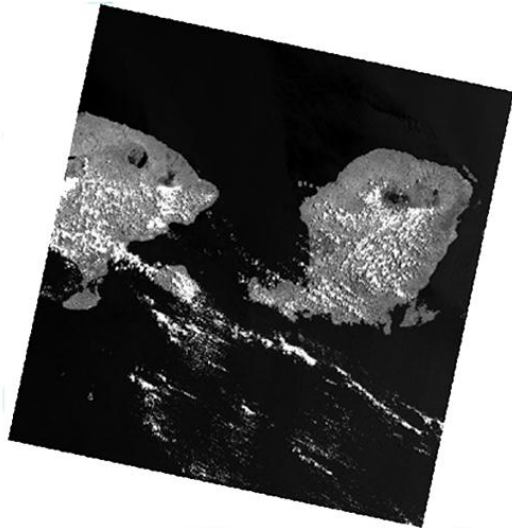
Citra Landsat 8 OLI/TIRS *Collection 1 Level-2* yang menjadi data utama dalam penelitian ini sendiri merupakan produk data Landsat 8 terbaru yang disediakan oleh USGS yang disediakan untuk memberikan kualitas citra satelit yang lebih baik. Pada penelitian ini dapat digunakan juga citra Landsat 8 OLI/TIRS *Collection 1 Level-1* namun dengan syarat telah melalui proses koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Jadi citra sudah berupa nilai reflektannya, barulah data citra tersebut dapat digunakan dalam penelitian ini.

Untuk mendapatkan data citra Landsat 8 OLI/TIRS *Collection 1 Level-2* harus melalui proses memesan data terlebih dahulu. Data akan selesai diproses kurang lebih satu kali 24 jam, notifikasi pemberitahuan data telah selesai diproses akan dikirimkan melalui email yang telah didaftarkan sebelumnya. Data Landsat yang didapatkan akan berformat tar.gz sehingga perlu diekstraksi terlebih dahulu, dan akan didapatkan 14 data dari setiap band citra Landsat 8 yang berformat .tif beserta file metadata. Berikut adalah contoh list dari data citra Landsat 8 di tahun yang didapatkan dari USGS:

1. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT.xml*
2. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_AN
G.txt*

3. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_MTL.txt*
4. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_pixel_qa.tif*
5. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_radsat_qa.tif*
6. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sensor_azimuth_band4.tif*
7. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sensor_zenith_band4.tif*
8. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_solar_azimuth_band4.tif*
9. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_solar_zenith_band4.tif*
10. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_aerosol.tif*
11. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_aerosol.tif.enp*
12. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band1.tif*
13. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band1.tif.enp*
14. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band2.tif*
15. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band2.tif.enp*
16. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band3.tif*
17. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band3.tif.enp*
18. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band4.tif*
19. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band4.tif.enp*
20. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band5.tif*
21. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band5.tif.enp*

22. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band6.tif*
23. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band6.tif.enp*
24. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band7.tif*
25. *LC08_L1TP_116066_20170927_20170927_01_RT_sr_band7.tif.enp*



Gambar 3.3. Contoh salah satu data citra band 5 Tahun 2017

3.3 *Preprocessing*

3.3.1 Pemotongan Citra Satelit

Salah satu proses proses *preprocessing* yang dilakukan adalah *cropping* citra. Pemotongan citra dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk membatasi dan memfokuskan daerah citra sesuai pada daerah penelitian ini. Selain itu, pemotongan juga agar mempermudah pemrosesan dan analisa, umumnya ukuran data citra Landsat 8

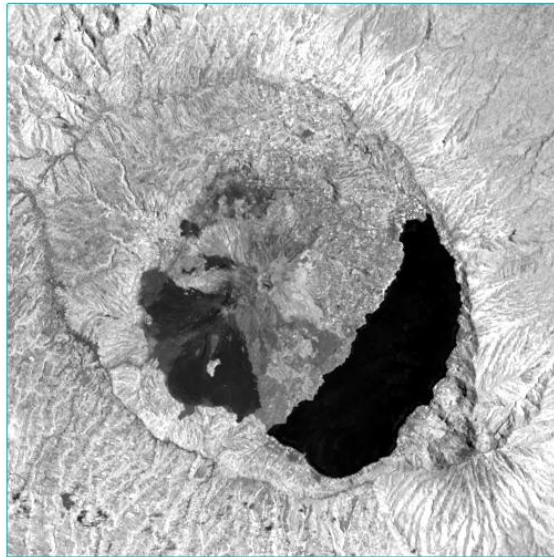
memiliki ukuran yang cukup besar, sehingga proses ini juga akan dapat mengurangi kapasitas memori pada saat pemrosesan data.

Proses pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan *toolbox resize-data* yang merupakan fitur yang disediakan *software ENVI (The Environment For Visualizing Images)*. ENVI sendiri merupakan sistem pengolahan citra digital yang biasanya digunakan untuk mengolah citra hasil penginderaan jauh. *Software ENVI* sendiri telah berintegrasi dengan GIS sehingga dapat menampilkan informasi geografis dari data citra penginderaan jauh. Tujuan dipilihnya *software* ini untuk membantu penelitian ini dalam melakukan proses pemotongan citra dikarenakan ENVI telah berintegrasi dengan GIS, sehingga seluruh data citra dapat dipotong pada area atau lokasi yang sama pada citra lainnya. Pada fitur *toolbox resize data* terdapat pilihan *spatial toolbox* yang dapat memotong citra dengan lokasi (x,y) piksel dan dengan ukuran jumlah piksel yang sama. Lokasi piksel yang telah digunakan untuk memotong citra dapat digunakan untuk memotong citra selanjutnya atau lokasi tersebut dapat disimpan sebagai data ROI untuk dipergunakan kembali.

Langkah yang dilakukan adalah dengan memilih pilihan *spatial subset* pada fitur *toolbox resize*, yang selanjutnya memunculkan beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam memilih lokasi pada citra. Pertama dapat dengan memilih langsung melalui citra dengan memasukkan ukuran piksel baru yang diinginkan, akan muncul kontak (ROI) yang berukuran piksel yang dimasukkan, lalu dapat digeser-geser ke lokasi yang diinginkan dalam piksel. Kedua dapat dengan menggunakan ROI yang telah ada atau telah digunakan sebelumnya dan disimpan dalam bentuk file di penyimpanan. Lalu dapat juga dengan memasukkan langsung lokasi letak piksel yang mengandung daerah dalam penelitian. Pada data citra Landsat 8 lokasi piksel daerah Danau Batur terletak pada piksel kolom 1700 sampai 2199 dan baris 2000 sampai 2499. Nilai tersebut dimasukkan pada pilihan lokasi *Samples* dan *Lines* agar mendapat lokasi daerah Danau Batur dan tentukan juga ukuran citra menjadi 500 x 500 piksel. Terakhir data disimpan dengan nama baru, dan proses *cropping* dilakukan pada semua band dari data citra Landsat 8 yang akan digunakan. Sehingga menghasilkan citra seperti pada Gambar 3.4.

Semua data citra Landsat dari tahun 2017, 2016 dan 2015 dilakukan proses yang sama sebelum melalui proses selanjutnya.

Daerah citra hasil pemotongan yang dihasilkan harus sama semuanya, sehingga perlu dicocokkan terlebih dahulu untuk data pada tahun yang berbeda. Cara yang digunakan adalah dengan melihat secara manual pada aplikasi ENVI piksel yang berlokasi pada titik (0, 0) pada citra dibandingkan dengan citra lainnya. cara ini dilakukan karena simple dan didukung oleh sistem yang berintegrasi dengan GIS sehingga piksel yang memiliki data koordinat akan ditampilkan pada lokasi yang sama sesuai dengan koordinatnya. Apabila batas terluar setiap data citra satelit yang akan digunakan telah sama seluruhnya maka data dapat melalui proses selanjutnya.



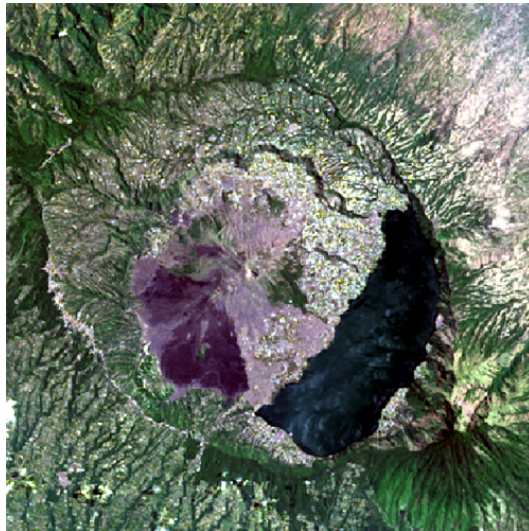
Gambar 3.4. Contoh citra hasil *cropping*

3.3.2 Penyusunan Citra Komposit

Langkah *preprocessing* selanjutnya yaitu menyusun citra komposit warna. Proses penyusunan citra komposit warna dilakukan untuk mengkombinasikan tiga saluran warna secara bersamaan pada satu tampilan sehingga mempermudah interpretasi secara visual. Tiga band citra landsat berbeda yang masing-masing akan dimasukkan kedalam tiga channel yaitu channel warna merah, channel warna hijau,

dan channel warna biru. Kombinasi ketiga warna tersebut akan menghasilkan citra baru, yang biasanya susunan band yang digunakan dalam menyusun citra komposit memiliki tujuan tertentu, misalnya untuk menonjolkan tingkat kehijauan tanaman atau untuk memperoleh citra warna inframerah.

Pada penelitian ini citra komposit yang akan digunakan adalah komposit warna natural. Sesuai pada table 2.2, dengan mengkombinasikan citra satelit Landsat 8 band 4 – *Red* ke channel merah, band 3 – *Green* ke channel hijau dan band 2 – *Blue* ke channel biru. Pada penelitian ini sendiri hasil citra warna natural dari kombinasi ketiga citra band Landsat 8 tersebut akan digunakan sebagai data referensi dalam membandingkan dan melihat bagaimana tampilan asli atau natural dari daerah di sekitar Danau Batur, yang merupakan area penelitian. Sehingga dapat diketahui data hasil dari penelitian ini apakah telah sesuai dengan kondisi sebenarnya.



Gambar 3.5. Contoh citra warna natural pada tahun 2017

3.4 *Processing Citra (Kalkulasi indeks NDVI)*

Proses selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai piksel citra agar didapatkan nilai indeks vegetasi tanaman, yang didapatkan dengan melakukan kalkulasi NDVI pada citra satelit. NDVI sendiri merupakan indeks yang didapatkan dari perbedaan pantulan sinar inframerah oleh tanaman yang diterima oleh sensor pada satelit. Sehingga dari perbedaan pantulan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui dalam suatu daerah pada citra yang mewakili permukaan bumi sesungguhnya terdapat tanaman atau tidak. Perbedaan tersebut akan menghasilkan citra *grayscale* yang mewakili perbedaan nilai NDVI dari daerah yang memiliki tanaman. Sehingga melalui citra satelit dapat digunakan untuk mengetahui daerah-daerah dengan penggunaan lahan yang berbeda berdasarkan ada atau tidaknya tanaman di daerah tersebut dan dari tingkat kehijauan daerah yang memiliki tanaman juga dapat dibedakan.

Langkah pertama yang dilakukan untuk mendapatkan citra dengan nilai NDVI adalah dengan memilih data citra band 4 yang merupakan band untuk *channel* merah dan band 5 yang merupakan band untuk *channel* NIR dipilih sebagai dataset. Nilai NDVI didapatkan dengan menghitung nilai pantulan yang didapat pada nilai piksel pada citra satelit Landsat 8, dimana data citra pada penelitian ini yaitu citra Landsat 8 OLI/TIRS Collection 1 Level-2 merupakan data yang telah mengalami proses koreksi radiometri sehingga pada nilai piksel pada citra sudah merupakan nilai pantulan atau *reflectance* permukaan sesungguhnya[7].

Pada program masing-masing citra band 4 dan band 5 akan dibuat menjadi suatu dataset, yang dapat diambil informasi-informasi yang terdapat didalam band citra landsat tersebut. Beberapa data yang diambil adalah ukuran kolom dan baris dari piksel citra, nilai seluruh raster (piksel), juga format data dan data koordinat yang terdapat dalam data masukan. Saat semua informasi-informasi tersebut telah berhasil dimasukkan ke dataset, maka langkah selanjutnya adalah membuat dataset baru untuk file keluaran yang berdasarkan informasi-informasi yang dimiliki oleh dataset input. Sehingga file output akan memiliki ukuran yang sama dengan file yang dimasukkan. Nilai pantulan pada piksel didapatkan dari dataset input dengan cara membaca nilai piksel setiap koordinat x, y pada citra. Lalu nilai-nilai yang didapat kan pada

citra band 4 dan pada band 5 akan dikalkulasikan sesuai dengan rumus NDVI berikut :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (3.1)$$



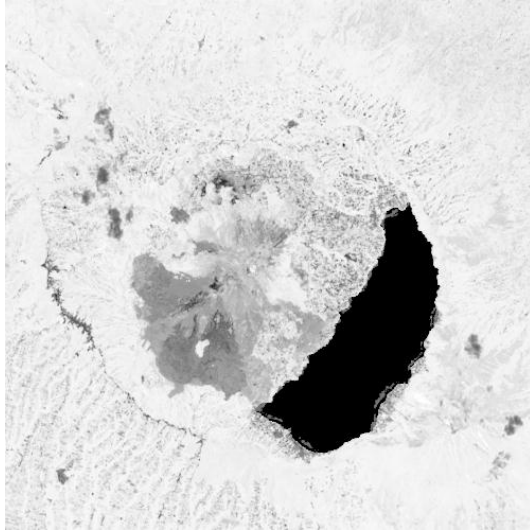
Gambar 3.6. Tampilan proses kalkulasi *NDVI*



Gambar 3.7. Citra hasil *NDVI* 2015

Nilai piksel pada citra baru yang merupakan nilai hasil kalkulasi *NDVI* akan dijadikan nilai raster untuk dataset keluaran. Sistem koordinat yang digunakan oleh dataset masukan juga akan dijadikan sistem koordinat pada dataset keluaran. Setelah semua informasi-informasi telah didapatkan maka data citra keluaran dapat dibuat. File keluaran akan menghasilkan data citra baru berupa citra *grayscale* seperti yang terlihat pada Gambar 3.7. dengan nilai piksel berdasarkan hasil dari kalkulasi indeks *NDVI*. Nilai piksel yang dihasilkan akan memiliki rentang nilai dari -1.0 sampai 1.0.

Keseluruhan proses yang dilakukan mulai dari memotong citra Landsat 8, lalu citra tersebut akan dibuatkan dataset untuk dapat diproses seluruh informasi dalam citra sehingga dapat dilakukan kalkulasi nilai piksel sesuai dengan rumus *NDVI* untuk dapat memperoleh citra hasil kalkulasi *NDVI* dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.8. Citra hasil *NDVI* 2016



Gambar 3.9 Citra hasil *NDVI* 2017

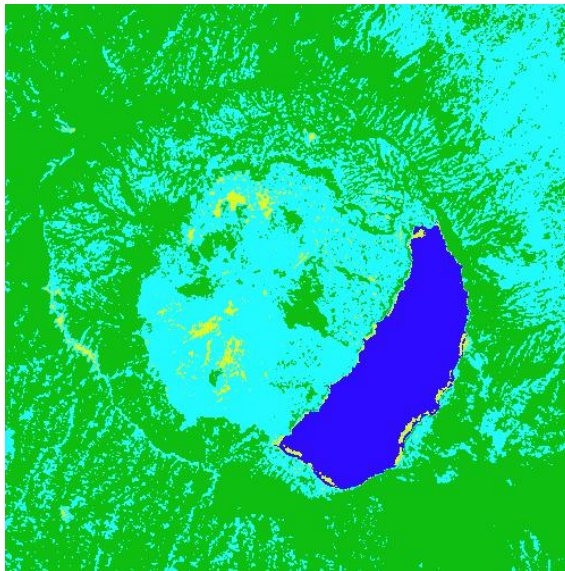
Proses tersebut juga dilakukan untuk data citra Landsat 8 tahun 2016 dan tahun 2017 sehingga didapatkan juga citra dengan nilai NDVI berdasarkan citra-citra landsat pada tahun tersebut, hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.8 dan gambar 3.9. Ketiga data citra Landsat 8 pada tahun tersebut diproses untuk mendapatkan nilai NDVI-nya bertujuan agar indeks vegetasi tersebut dapat dibandingkan pada proses selanjutnya.

3.5 Klasifikasi NDVI dengan *Threshold*

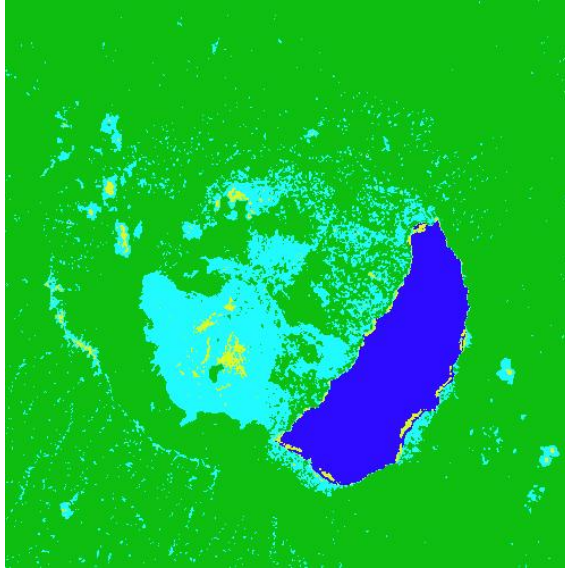
Dengan didapatkannya citra yang menampilkan nilai NDVI pada tahun 2017, 2016, dan 2015 akan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan berdasarkan ada tidaknya tutupan vegetasi di daerah sekitar Danau Batur. Metode klasifikasi yang digunakan adalah dengan membuat nilai batas (*threshold*) untuk setiap kelas tutupan lahan yang akan dibuat. Batas nilai *threshold* yang digunakan berdasarkan yang terdapat pada Tabel 2.3, dimana *threshold* dengan batas nilai NDVI dibawah nilai nol (0) sampai dengan -1 dilabelkan sebagai kelas perairan. *Threshold* dengan batas nilai NDVI yang memiliki nilai lebih dari nol(0) sampai dengan nilai 0.2 maka akan dilabelkan sebagai kelas NDVI sangat rendah. *Threshold* dengan nilai NDVI lebih dari 0.2 sampai dengan nilai 0.6 dilabelkan sebagai kelas NDVI sedang. Terakhir untuk kelas NDVI tinggi dibatasi dengan nilai batas lebih dari 0.6 .

Untuk dapat mengklasifikasikan penggunaan lahan dengan kelas dan nilai batas tersebut, pertama-tama harus dapat membaca seluruh nilai piksel pada citra NDVI kedalam sebuah matriks penyimpanan. Dengan cara melakukan metode perulangan untuk membaca setiap nilai raster yang terdapat pada setiap kolom dan perulangan untuk membaca nilai piksel yang ada pada setiap baris. Lalu dibuat sebuah matriks baru dengan jumlah kolom dan baris yang sama dengan citra NDVI, untuk menyimpan seluruh nilai piksel yang telah didapatkan. Kemudian berdasarkan nilai batas yang telah ditentukan sebelumnya, setiap nilai piksel akan periksa satu persatu untuk diklasifikasikan kedalam kelas mana nilai-nilai tersebut berada. Jika nilai piksel termasuk kelas perairan maka setiap piksel akan dirubah warnanya menjadi biru pada citra, lalu untuk kelas NDVI rendah setiap

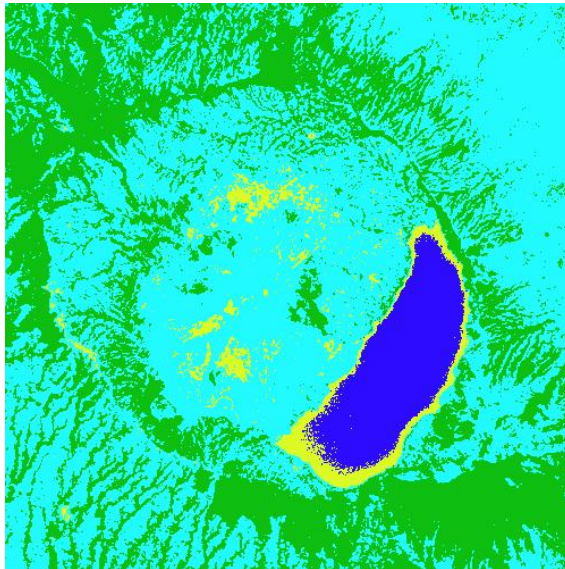
piksel akan dirubah menjadi warna kuning pada citra, sedangkan untuk kelas NDVI sedang seluruh piksel akan dijadikan berwarna hijau toska, dan terakhir nilai piksel yang termasuk kedalam kelas NDVI tinggi akan menjadi warna hijau di citra. Sehingga dengan dibedakan warna dari setiap kelas maka batas daerah penggunaan lahan berdasarkan nilai NDVI lebih dapat dilihat dan dibedakan. Seluruh proses dengan kelas dan batas *threshold* yang sama digunakan untuk memproses citra NDVI pada tahun terakhir. Hasil citra klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.10 , Gambar 3.11 dan Gambar 3.12.



Gambar 3.10. Citra hasil klasifikasi tahun 2017



Gambar 3.11. Citra hasil klasifikasi tahun 2016



Gambar 3.12. Citra hasil klasifikasi tahun 2015

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan pengujian akurasi kelas penggunaan lahan pada citra hasil klasifikasi *threshold* pada citra NDVI di daerah disekitar Danau Batur dalam tiga tahun yang berbeda.

4.1 Metode Pengujian

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan membandingkan citra hasil klasifikasi nilai NDVI dengan *threshold* yang melalui aplikasi yang dibuat pada penelitian ini sebagai data asli dan sebagai data referensi digunakan citra hasil klasifikasi nilai NDVI dengan menggunakan *threshold* yang dihasilkan melalui sebuah *software* bernama ENVI, yang merupakan *software* berbasis GIS yang sering digunakan untuk melakukan pengolahan terhadap citra geografis.

Metode *Absolute Difference* (absdiff) pada library OpenCV merupakan metode yang digunakan sebagai metode untuk membanding kedua citra hasil yang melalui proses dari aplikasi penelitian ini dan citra hasil pemrosesan *software* ENVI. Metode tersebut bekerja dengan cara menghitung perbedaan mutlak dari setiap elemen antara dua array nilai piksel dari kedua buah citra yang dibandingkan[16].

Pemrosesan citra Landsat 8 melalui *software* ENVI juga telah melalui seluruh proses yang sama yang dilakukan dalam penelitian ini. Dua proses paling penting yang dilakukan adalah proses kalkulasi indeks vegetasi sehingga menghasilkan citra dengan nilai NDVI untuk citra landsat yang sama yaitu data pada tahun 2017, 2016, dan 2015. Dan proses klasifikasi dengan batas *trehsholding* dan penggunaan warna untuk mewakili setiap kelas pada citra juga sama. Sehingga dengan membandingkan kedua data ini dapat diketahuai seberapa akurat data hasil pada penelitian ini jika berdasarkan data referensi dari *software* yang telah banyak digunakan. Data citra yang digunakan dalam pengujian penelitian ini adalah :

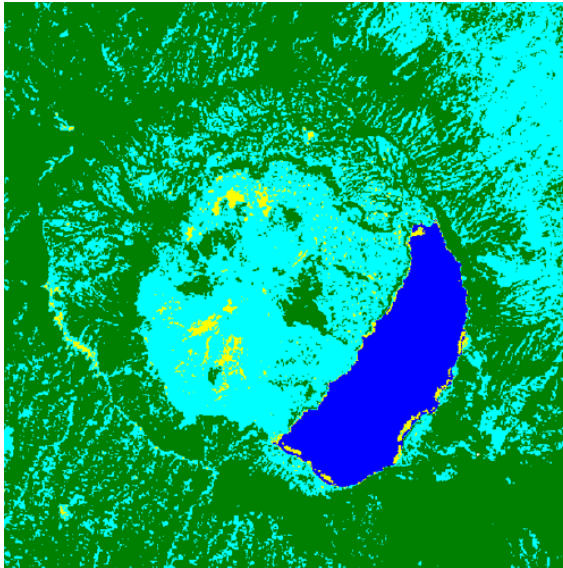
1. Citra pada tahun 2017

(a) Citra hasil penelitian

Data citra hasil klasifikasi *threshold* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki ukuran data 262.214 *bytes* dengan tipe TIFF, memiliki tiga band warna lalu dengan ukuran piksel 500 kolom dan 500 baris. Dapat dilihat pada Gambar 3.10.

(b) Citra hasil ENVI

Data yang melalui pemrosesan melalui *software* ENVI menghasilkan citra hasil klasifikasi seperti Gambar 4.1 . yang memiliki ukuran data 1.056.072 *bytes* dengan tipe data TIFF, memiliki tiga band warna dan dengan ukuran piksel 500 kolom dan 500 baris.



Gambar 4.1 Citra tahun 2017 hasil klasifikasi *software* ENVI

2. Citra pada tahun 2016

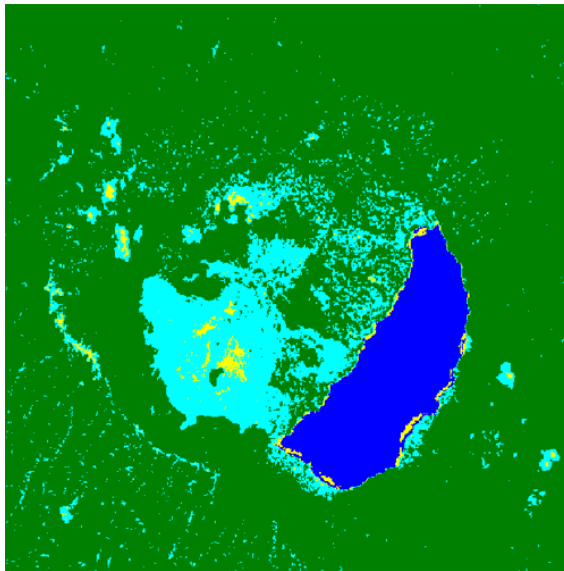
(a) Citra hasil penelitian

Data citra hasil klasifikasi *threshold* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki ukuran data 115.412 *bytes* dengan tipe TIFF, memiliki tiga band warna lalu dengan ukuran

piksel yang sama dengan data tahun 2017. Dapat dilihat pada Gambar 3.11.

(b) Citra hasil ENVI

Data yang melalui pemrosesan melalui *software* ENVI menghasilkan citra hasil klasifikasi seperti Gambar 4.2. yang memiliki ukuran data 916.960 *bytes* dengan tipe data TIFF, memiliki tiga band warna dan juga dengan ukuran piksel dengan tahun 2017.



Gambar 4. 2 Citra tahun 2016 hasil klasifikasi *software* ENVI

3. Citra pada tahun 2015

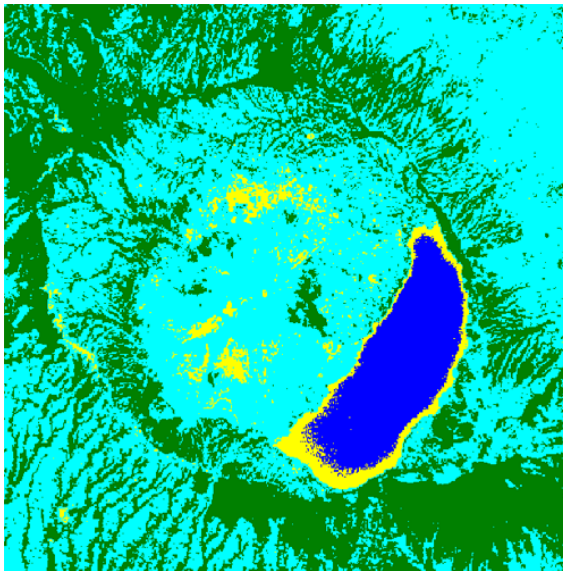
(a) Citra hasil penelitian

Data citra hasil klasifikasi *threshold* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki ukuran data 284.882 *bytes* dengan tipe TIFF, memiliki tiga band warna lalu dengan ukuran

piksel yang sama dengan data tahun 2017. Dapat dilihat pada Gambar 3.12.

(b) Citra hasil ENVI

Data yang melalui pemrosesan melalui *software* ENVI menghasilkan citra hasil klasifikasi seperti Gambar 4.3. yang memiliki ukuran data 1.070.556 *bytes* dengan tipe data TIFF, memiliki tiga band warna dan juga dengan ukuran piksel dengan tahun lainnya.



Gambar 4. 3 Citra tahun 2015 klasifikasi *software* ENVI

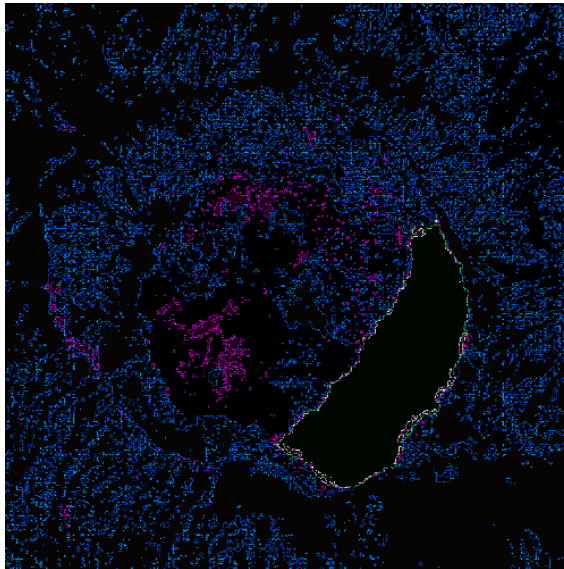
Berdasarkan dari perbedaan dari data asli dan data referensi maka metode *Absolute Difference* berdasarkan dua array dengan ukuran yang sama digunakan untuk mencari perbedaan absolut dari kedua data dari masing-masing tahun. Adapun rumus dari *Absolute Difference* berdasarkan dua array dengan ukuran yang sama adalah sebagai berikut:

$$\text{dst}(\mathbf{I}) = (|\text{src1}(\mathbf{I}) - \text{src2}|) \quad (4.1)$$

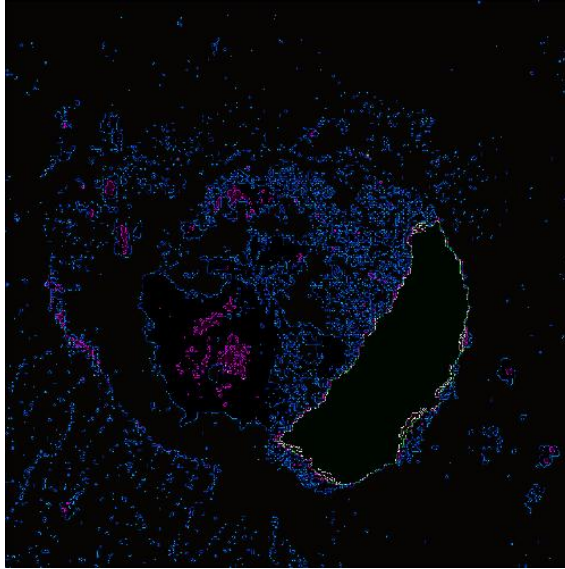
Dimana :

- dst = output array yang memiliki ukuran dan tipe yang sama dengan input array
- src1 = input array pertama atau skalar
- src2 = input array kedua atau skalar
- I = merupakan indeks multi dimensi dari elemen array. Dimana dalam kasus *multi-channel*, setiap saluran diproses secara independen

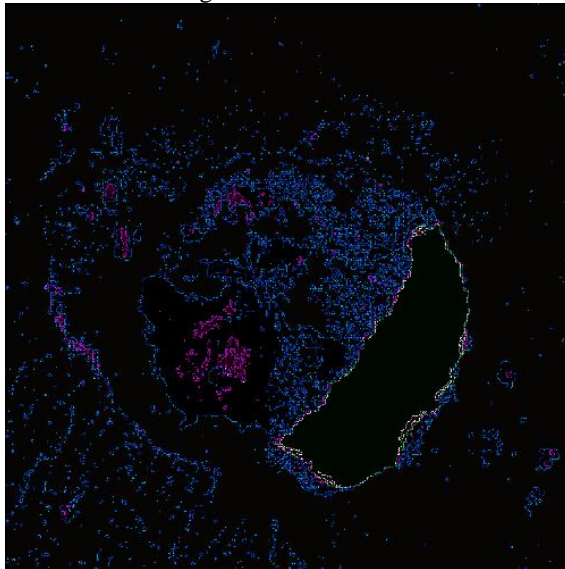
Dengan diproses dengan metode *Absolute Difference* akan terlihat perbedaan dari kedua citra dari hasil penelitian dan dari hasil ENVI. Perbedaan tersebut ditampilkan dalam citra baru yang dapat dilihat pada Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 .



Gambar 4. 4 Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2017



Gambar 4.5 Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2016



Gambar 4.6 Perbandingan dari metode absdiff data tahun 2015

4.2 Menghitung Selisih Nilai Citra

Berdasarkan citra hasil dari proses *absolute difference* akan digunakan untuk mencari persentase error dari selisih nilai antara data asli dan data referensi. Nilai tersebut akan digunakan sebagai nilai error untuk menentukan kemiripan data asli dari penelitian ini terhadap data referensi. Metode yang digunakan adalah dengan mencari nilai jumlah dari nilai setiap piksel pada array masing – masing channel RGB pada citra hasil *absolute difference*, lalu membaginya juga dengan nilai jumlah dari nilai piksel pada array masing–masing channel RGB yang dimiliki citra data asli dari hasil proses pada penelitian ini, lalu dikalikan 100 %. Prosesnya dapat dilihat pada rumus berikut[18]:

$$dif(i) = \left[\frac{\sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n \frac{p2(x,y)}{p1(x,y)}}{\sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n 1} \right] * 100 \% \quad (4.2)$$

Dimana :

- i = salah satu dari channel RGB
- dif (i) = merupakan persentase error dari channel (i)
- p1 = array dari citra data asli
- p2 = array dari citra hasil *absolute difference*

Hasil dari persamaan tersebut didapatkan data yang disajikan dalam Table 4.1, yang telah di gunakan untuk data pada tahun 2017, 2016 dan juga tahun 2015.

Tabel 4.1 Hasil Persentase error dari selisih antara data asli dan data referensi

Tahun	(%) Error			Rata - rata (%) error
	Channel R	Channel G	Channel B	
2017	73.8 %	4.6 %	16.2 %	30.5 %
2016	82.8 %	4.6 %	16.1 %	34.6 %
2015	45.2 %	3.7 %	8.6 %	19.2 %

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa error yang dihasilkan cukup besar, terutama pada channel R. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tipe data asli yang dihasilkan pada penelitian ini bertipe integer dan tipe data referensi yang bertipe byte. Sehingga menyebabkan warna yang

dihasilkan pada citra data asli dan data referensi mejadi sedikit berbeda. Perbedaan tersebut paling berdampak di channel R.

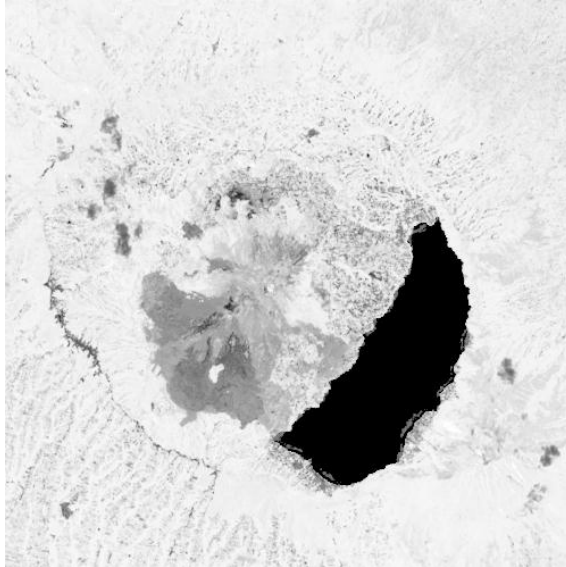
4.3 Perbandingan Pengujian pada Citra NDVI

Citra NDVI yang dihasilkan pada proses dalam penelitian ini dijadikan data asli yang akan dibandingkan dengan data citra hasil kalkulasi NDVI dengan menggunakan *software* ENVI, yang menjadi data referensi. Metode yang digunakan untuk membandingkan kedua data NDVI dari setiap tahun yang sama, yaitu dengan menggunakan metode *absolute difference*. Untuk data citra kalkulasi NDVI yang digunakan sebagai referensi dapat dilihat pada gambar Gambar 4. 7 , Gambar 4.8, Gambar 4.9 .

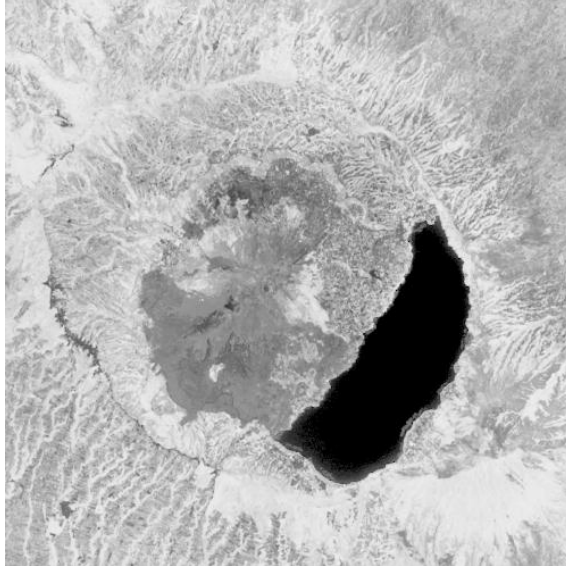
Data yang dihasilkan dari proses pengujian dengan *absolute difference* dapat dilihat pada gambar Gambar 4.10 yang merupakan satu contoh data tahun 2017. Citra yang dihasilkan benar-benar hampir sama karena setelah dihitung peresentase error yang dihasilkan sangat kecil, data error dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2 . Dimana hanya data di tahun 2015 saja yang nilai error-nya lebih dari nol (0).



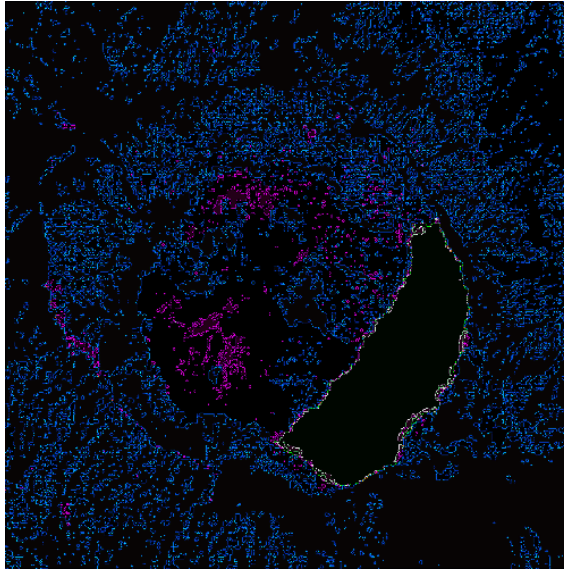
Gambar 4. 7 Citra NDVI tahun 2017 hasil ENVI sebagai data referensi



Gambar 4.8 Citra NDVI tahun 2016 hasil ENVI sebagai data referensi



Gambar 4. 9 Citra NDVI tahun 2015 hasil ENVI sebagai data referensi



Gambar 4.10 Citra hasil *absolute difference* tahun 2017

Tabel 4.2 Hasil Persentase error citra NDVI

Tahun	(%) error
2017	0.0024 %
2016	0.0057 %
2015	2.0869 %

4.4 Penggunaan Lahan berdasarkan NDVI

Berdasarkan hasil klasifikasi dengan nilai *threshold* pada citra NDVI didapatkan empat kelas tutupan penggunaan lahan berdasarkan tingkat vegetasi yang berada di daerah sekitar Danau Batur. Kelas penggunaan lahan tersebut adalah perairan, NDVI sangat rendah, NDVI sedang dan NDVI tinggi. Kelas Perairan yang memiliki nilai NDVI dari min satu (-1) sampai dengan nol (0) menampilkan lahan perairan yaitu Danau batur itu sendiri. Lalu kelas NDVI sangat rendah

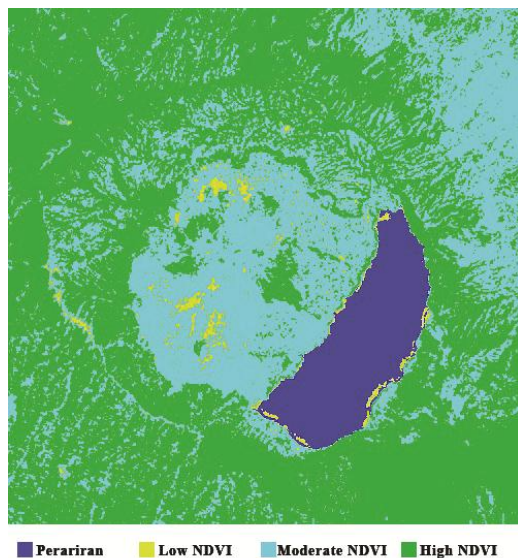
yang memiliki batas nilai NDVI mulai dari nol (0) sampai dengan 0.2, biasanya menunjukkan bahwa pada daerah tersebut terdapat daerah tanah kosong, bebatuan atau pemukiman (bangunan). Kelas NDVI sedang yang memiliki nilai NDVI berkisar di atas 0.2 sampai dengan 0.6 biasanya menunjukkan bahwa pada daerah tersebut terdapat lahan dengan padang rumput dan semak, dan juga terdapat lahan pertanian dan perkebunan. Terakhir kelas NDVI tinggi dengan batas nilai NDVI yang berada di atas 0.6 menampilkan bahwa pada daerah tersebut merupakan lahan hutan. Hasil klasifikasi NDVI berdasarkan nilai batas tersebut dapat dilihat di gambar 4.11, gambar 4.12, dan gambar 4.13 . Dan data statistik nilai piksel dari setiap kelas penggunaan lahan setiap tahunnya dapat dilihat di Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Statistik Semua Kelas Setiap Tahunnya

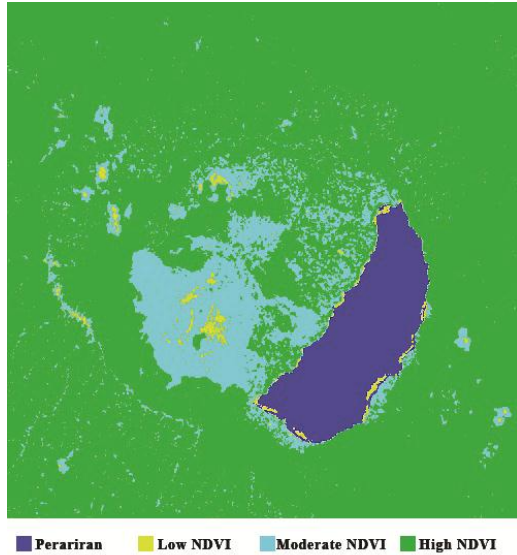
Tahun	Kelas	Min	Max	Mean	Std. Dev.
2017					
	Perairan	-0.969231	0.000000	- 0.237922	0.142450
	Low	0.001842	0.200000	0.141209	0.049310
	Moderate	0.200150	0.600000	0.448809	0.106515
	High	0.600077	0.990099	0.758202	0.080715
2016					
	Perairan	-0.852632	0.000000	- 0.263487	0.078715
	Low	0.003155	0.200000	0.139543	0.049961
	Moderate	0.200255	0.600000	0.426416	0.110139
	High	0.600103	0.995968	0.831931	0.071990
2015					
	Perairan	-0.207921	0.000000	- 0.039276	0.029574
	Low	0.001083	0.200000	0.110238	0.070769

	Moderate	0.200101	0.600000	0.437233	0.106679
	High	0.600094	0.881324	0.709989	0.063801

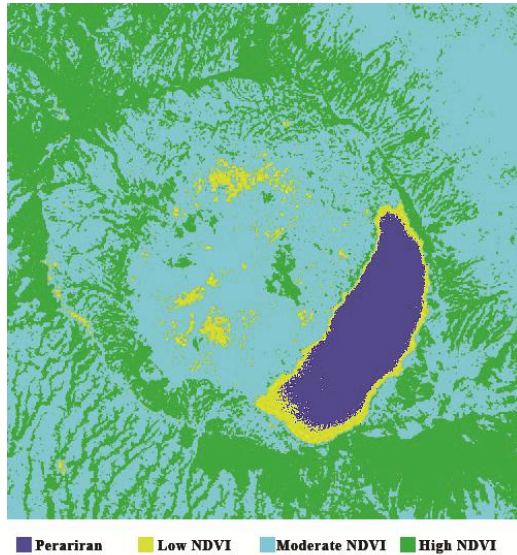
Berdasarkan citra hasil klasifikasi, setiap kelas penggunaan lahan diwakili dengan warna yang berbeda. Warna biru mewakili kelas perairan, warna kuning mewakili kelas NDVI rendah, lalu kelas NDVI sedang diwakili dengan warna tosca dan untuk kelas NDVI tinggi diwakili dengan menggunakan warna hijau. Tujuan digunakannya warna yang berbeda untuk mewakili setiap kelas adalah agar setiap kelas dalam citra dapat dengan mudah dibedakan batas wilayahnya dilihat dengan mata manusia.



Gambar 4.11 Citra Klasifikasi Lahan tahun 2017



Gambar 4.12 Citra Klasifikasi Lahan tahun 2016



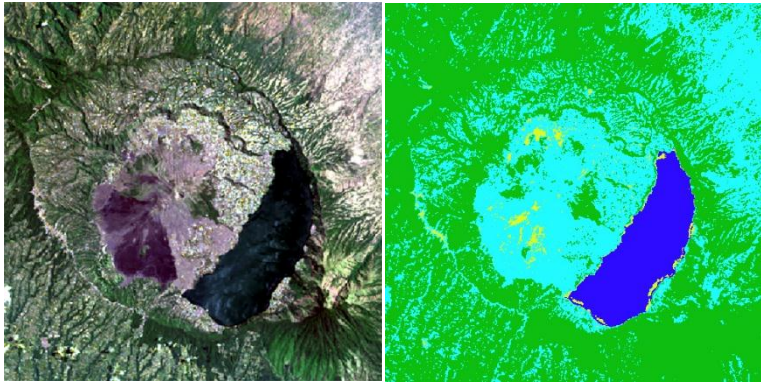
Gambar 4.13 Citra Klasifikasi Lahan tahun 2015

4.5 Perbandingan secara visual

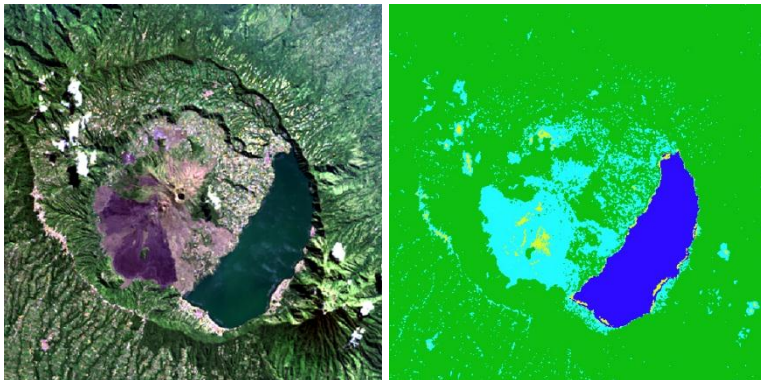
Penggunaan lahan yang ditampilkan melalui citra hasil klasifikasi *thresholding* nilai NDVI dengan melalui peta berwarna. Perbandingan secara visual yang dilakukan secara manual karena melihat menggunakan mata manusia untuk membandingkan ciri-ciri objek yang terdapat pada dua citra. Ciri – ciri objek pada citra yang bandingkan meliputi ciri dari bentuk, ukuran, pola, tekstur dan lokasi objek[17]. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah daerah penggunaan lahan yang ditampilkan pada citra hasil klasifikasi *thresholding* nilai NDVI sesuai dengan penggunaan lahan yang sebelumnya diduga terdapat pada masing-masing lahan yang diwakili dengan warna yang telah dihasilkan memang benar sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Proses yang dilakukan adalah dengan melihat pada objek pada citra yang mudah dilihat batas-batas terluarnya. Lalu dibandingkan dengan yang data citra hasil band komposit warna natural, yang dapat dilihat pada . Dan dari pengamatan penulis melihat pada data citra tahun 2017 yang ditampilkan pada Gambar 4.14 , untuk daerah kelas NDVI sedang yang diwakili warna toska memiliki indeks vegetasi yang sedang dah biasanya terdapat lahan pertanian atau lahan perkebunan. Namun setelah melihat pada citra komposit warna natural terdapat daerah bebatuan dan tanah kosong yang termasuk dalam kelas NDVI sedang. Padahal seharusnya daerah lahan bebatuan dan tanah kosong masuk kedalam kelas NDVI rendah.

Lalu pada citra tahun 2016 pada Gambar 4.15, di citra komposit warna natural terdapat awan yang menutupi sedikit daerah. Dimana pada daerah yang tertutup awan tersebut masuk kedalam kelas NDVI sedang. Dan seperti data tahun 2017 daerah bebatuan dan tanah kosong tidak masuk kedalam kelas NDVI rendah.

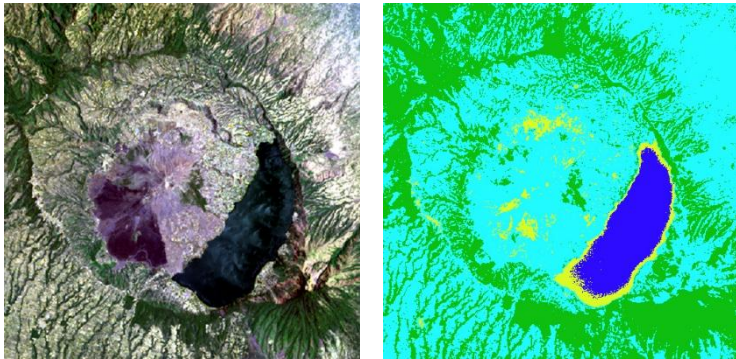


(a) Citra Warna Natural (b) Citra Warna Klasifikasi
Gambar 4.14 Perbandingan Citra Tahun 2017



(a) Citra Warna Natural (b) Citra Warna Klasifikasi
Gambar 4.15 Perbandingan Citra Tahun 2016

Pada citra tahun 2015 yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16, hasil citra komposit warna natural yang ditangkap satelit memiliki kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan tahun lainnya, sehingga pada citra warna klasifikasi banyak daerah yang masuk ke dalam kelas NDVI sedang



(a) Citra Warna Natural (b) Citra Warna Klasifikasi
Gambar 4.16 Perbandingan Citra Tahun 2015

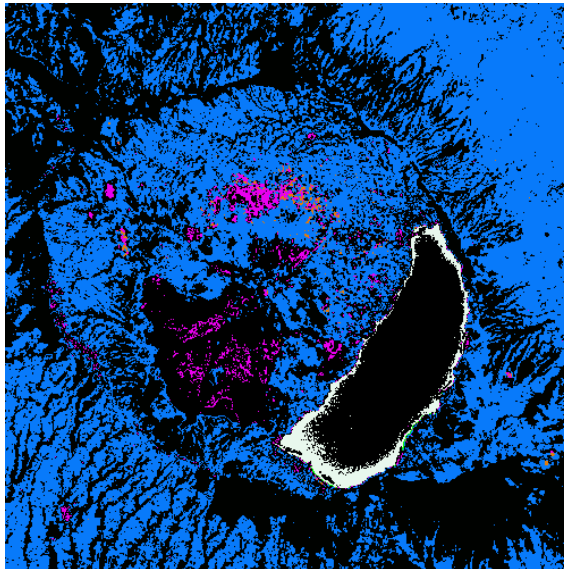
Berbagai hasil pengamatan yang terjadi setelah diamati secara visual dapat terjadi karena beberapa hal, pertama nilai batas (*threshold*) yang didapat dari reverensi untuk digunakan dalam penelitian ini memiliki batas yang cukup lebar, dan kelas yang bisa dibilang sedikit. Sehingga terdapat daerah yang memiliki nilai piksel yang mendekati kelas lain ikut dimasukkan kedalam kelas yang jika dilihat secara visual itu bukan termasuk kelasnya. Kedua masih terdapatnya noise awan didalam citra masukan, meskipun pada saat pencarian di website USGS telah dicari data yang memiliki *cloud cover* kurang dari sepuluh persen (10%). Ketiga karena kondisi pada saat satelit melakukan pengambilan data melalui sensor, kondisi di permukaan Bumi sedang sangat cerah disinari Matahari sehingga menyebabkan data yang didapatkan menjadi memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi. Sehingga nilai NDVI yang didapatkan dari pantulan oleh tanaman juga menjadi lebih tinggi.

4.6 Perbandingan Data Setiap Tahun

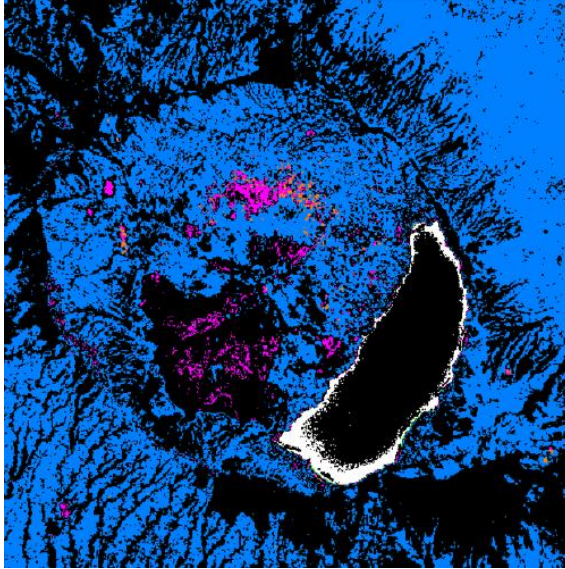
Dari data citra hasil klasifikasi NDVI pada setiap tahunnya juga dilakukan perbandingan dengan *absolute difference*. Dimana data citra tahun 2015 dikurangi dengan data citra tahun 2016 sehingga

didapatkan perubahan daerah penggunaan lahan dari setiap kelas. Hasil citra yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.17. Sebagai data referensi proses tersebut juga dilakukan pada citra klasifikasi yang dihasilkan *software* ENVI ditujukan pada gambar 4.18. Lalu dari kedua data tersebut dicari selisih nilai citranya dengan menggunakan rumus 4.2, sehingga didapatkan nilai error sebesar 28.2 %.

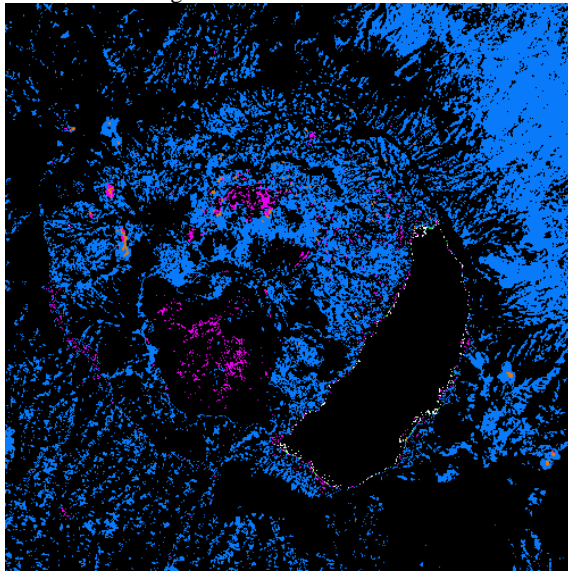
Proses yang sama juga dilakukan untuk data citra tahun 2016 dengan citra tahun 2017, dicari hasil *absolute difference* untuk melihat perubahan daerah penggunaan lahan yang terjadi pada tahun tersebut yang ditujukan oleh gambar 4.19. Proses yang sama dilakukan juga pada citra tahun tersebut dari hasil *software* ENVI sebagai data referensi seperti pada gambar 4.20. Dan didapatkan nilai error sebesar 39.4 % dari hasil selisih nilai kedua citra.



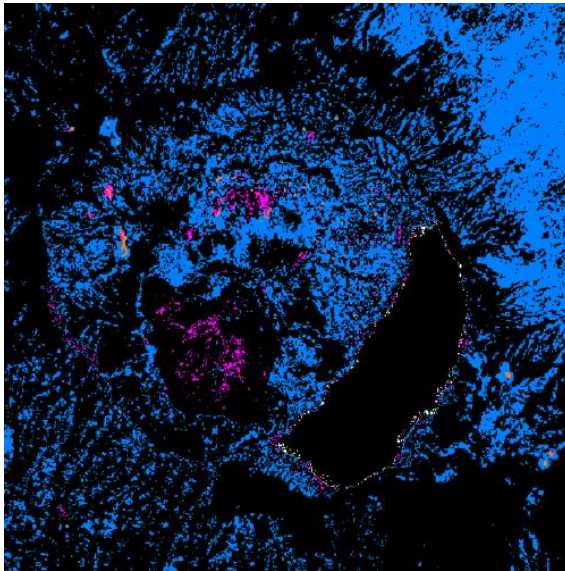
Gambar 4.17 Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016



Gambar 4.18 Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016 dari ENVI



Gambar 4.19 Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2016-2017



Gambar 4.20 Perbandingan Klasifikasi citra tahun 2015-2016 dari ENVI

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah diimplementasikan beberapa prosedur yang dilakukan untuk dapat menampilkan penggunaan lahan pada data citra satelit Landsat 8, dengan *preprocessing* data yang sesuai sehingga data yang akan digunakan untuk pemrosesan. Kalkulasi indeks vegetasi untuk mendapatkan citra dengan nilai NDVI pada setiap pikselnya. Selanjutnya citranya tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan yang terjadi di daerah sekitar Danau Batur dengan menggunakan nilai batas(*threshold*). Klasifikasi yang dilakukan pada citra satelit Landsat 8 pada tiga tahun berbeda yang menghasilkan empat kelas penggunaan lahan yang berdasarkan intensitas vegetasi yang terdapat di permukaan lahan sebenarnya. Kelas penggunaan lahan tersebut adalah kelas perairan, kelas NDVI rendah, kelas NDVI sedang, dan kelas NDVI tinggi yang diwakili dengan warna berbeda pada citra

Hasil klasifikasi lahan dengan menggunakan nilai batas pada citra hasil kalkulasi NDVI pada data tiga tahun terakhir yang dibandingkan daerah batasnya dengan hasil pada *software* ENVI menggunakan metode *absolute difference*. Data yang dijadikan referensi telah melalui proses yang sama dengan yang dilakukan pada penelitian ini, menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 30.5 % pada data tahun 2017, lalu pada tahun 2016 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 34.6 % dan di data tahun 2015 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 19.5 %. Sedangkan untuk citra hasil kalkulasi NDVI yang dibandingkan dengan ENVI menghasilkan nilai error sebesar 0.0024 % untuk tahun 2017, di data tahun 2016 didapatkan nilai error sebesar 0.0057 % dan nilai error sebesar 2.0869 % untuk data tahun 2015. Dari data hasil selisih data citra tahun 2015 dan 2016 dibandingkan dengan *absolute difference* terhadap selisih data citra ENVI tahun 2015 dan 2016 menghasilkan error sebesar 28.2%. Sedangkan untuk selisih data tahun 2016 dan 2017 menghasilkan error sebesar 39.4%

Kesalahan yang terjadi dalam klasifikasi penggunaan lahan pada citra satelit Landsat 8 diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu

perbedaan tipe data hasil pada penelitian ini dengan data referensi yang dihasilkan dengan ENVI, nilai batas yang digunakan terlalu lebar, terdapatnya noise awan pada citra masukan.

5.2 **Saran**

Demi mengembangkan lebih lanjut mengenai penelitian ini, disarankan menggunakan beberapa langkah tambahan sebagai berikut :

1. Penambahan tahap preprocessing berupa *Stretching Histogram* dan *cloud removal* sebelum melakukan kalkulasi NDVI
2. Lebih diperhatikan dalam penggunaan data referensi untuk melakukan pengujian data.
3. Mencari referensi lain untuk nilai batas yang digunakan dalam klasifikasi nilai NDVI atau menggunakan nilai batas yang menyesuaikan daerah penelitian
4. Menggunakan tambahan metode klasifikasi lain yang memiliki akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T.W.S. Warnasuriya, “Mapping Land-use Pattern Using Image Processing Techniques for Medium Resolution Satellite Data:Case Study in Matara District, Sri Lanka” , 2015. (Dikutip pada halaman 1)
- [2] Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Bali dan Nusa Tenggara, “Pengelolaan Ekosistem Danau Batur, 2014” <http://ppebalinusra.menlh.go.id/pengelolaan-ekosistem-danau-batur.htm>. Diakses pada 27 Agustus 2017. (Dikutip pada halaman 2)
- [3] Achmad Siddik Thoha, “Karakteristik Citra Satelit,” 2008 (Dikutip pada halaman 7,8)
- [4] A. Puntodewo, and S. Dewi, J. Tarigan, “Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam,” 2003. (Dikutip pada halaman 7)
- [5] Gokmaria Sitanggang, “ Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM(Landsat-8),” Juni 2010. (Dikutip pada halaman 8,9)
- [6] “Band Combinations for Landsat 8” <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>. Diakses pada tanggal : 20 September 2017. (Dikutip pada halaman 9,10)
- [7] “Landsat 8 OLI/TIRS Level-2 Data Products-Surface Reflectance” <https://lta.cr.usgs.gov/L8Level2SR>. Diakses pada : 25 September 2017. (Dikutip pada halaman 11, 30)
- [8] Niles Ritter, “GeoTIFF Format Specification , GeoTIFF Revision 1.0,” 31 Oktober 1995. (Dikutip pada halaman 13)

- [9] Dian Oktafia, “Sistem Informasi Geografis”, 2012. (Dikutip pada halaman 12)
- [10] “GDAL - Geospatial Data Abstraction Library “ <http://www.gdal.org/>. Diakses pada : 28 Desember 2017. (Dikutip pada halaman 13, 14, 15, 16)
- [11] Chun Ye1, Yuanbo Liu, Jian Peng, Ping Song, and Dongbo Zhao, “Improving MODIS Land Cover Classification Using NDVI Time-series and Support Vector Machine in the Poyang Lake Basin, China.” 2010. (Dikutip pada halaman 17)
- [12] Sharifah Sakinah Syed Ahmad, and Asmala Ahmad, “Classification of Landsat 8 Satellite data Using NDVI Thresholds,” Januari 2016. (Dikutip pada halaman 18)
- [13] William S. Kowalik, Stuart A. Marsh, and Ronald J. P. Lyon, “A Relation Between Landsat Digital Number, Surface Reflectance, and the Cosine of the Solar Zenith Angle,” 1982. (Dikutip pada halaman 15)
- [14] “Opencv, Operation on arrays“ https://docs.opencv.org/2.4/modules/core/doc/operations_on_arrays.html. Diakses pada 25 Desember 2017. (Dikutip pada halaman 19)
- [15] Samsul Arifin, Taufik Hidayat, “Kajian Kriteria Standar Pengolahan Klasifikasi Visual Berbasis Data Inderaja Multispektral untuk Informasi Spasial Penutup Lahan,” 2014. (Dikutip pada halaman 24)
- [16] Arsyad, Sitanala “Konservasi Tanah dan Air,” 2006. (Dikutip pada halaman 37)
- [17] Ernan Rustiadi, “Alih Fungsi Lahan dalam Perspektif Lingkungan Perdesaan,” Mei 2011. (Dikutip pada halaman 50)
- [18] S. Vassiliadis, E.A. Hakkennes, J.S.S.M. Wong, G.G. Pechanek, “The Sum-Absolute-Difference Motion Estimation Accelerator,” 1998. (Dikutip pada halaman 43)

BIOGRAFI PENULIS



I Gede Dharma Teja, lahir pada 28 April 1995 di Denpasar, Bali. Penulis lulus dari SMP Negeri 6 Denpasar pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Denpasar hingga akhirnya lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Strata satu di Departemen Teknik Komputer ITS Surabaya bidang studi Telematika. Selama masa kuliah penulis aktif dalam organisasi Tim Pembina Kerohanian Hindu ITS (TPKH-ITS), baik sebagai anggota ataupun sebagai pengurus. Selain itu penulis juga aktif menjadi anggota

Anggota Laboratorium B201 (Telematika) hingga saat ini. Penulis sangat tertarik dengan segala hal yang berhubungan dengan computer dan telematika seperti aplikasi, pengolahan citra dan berbagai ilmu telematika lainnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan